Die Filter für Haus und Gewerbe

Richard Krüger

Die Filter

für Haus und Gewerbe.

Eine Beschreibung der wichtigsten Sand-, Kohlen-, Gewebe-, Papier-, Eisen-, Stein-, Schwamm- u. s. w. Filter

und der

Filterpressen.

Mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Verfahren zur Untersuchung, Klärung und Reinigung des Wassers und der Wasserversorgung von Städten.

Für Behörden, Fabrikanten, Chemiker, Techniker und Haushaltungen

bearbeitet von

Richard Krüger,

Ingenieur,

Lehrer an den technischen Fachschulen der Stadt Burtehude bei Hamburg, u. s. w.

Mit 72 Abbildungen.



Wien. Pest. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1886.

Druck von Friedrich Jasper in Wien.

Vorwort.

In der gesammten Literatur existirte bisher kein Werk, das in eingehender Weise die Filter und die Filterpressen behandelte; nur in einigen Werken (z. B. in den Bänden 57 und 133 von A. Hartleben's Chemisch-technischer Bibliothek) findet sich eine Beschreibung einiger weniger Filtrirapparate vor.

Da die Filter in der Neuzeit sowohl im Haushalte, als auch in der Industrie eine bedeutende Rolle spielen und es daher gewiß Vielen sehr erwünscht sein wird, hierüber ein orientirendes Werk zu besitzen, so habe ich es unternommen, diesen wichtigen Gegenstand in ausführlicher Weise zu bearbeiten.

Hiebei beschränkte ich mich nicht darauf, eine Beschreibung der Construction der Filter, ihrer Vorzüge und Mängel u. s. w. zu geben, sondern der Vollständigkeit wegen und in der Annahme, daß manchem Leser auch eine eingehendere Besprechung der Beschaffenheit der verschiedenen Wässer, ihrer Gewinnung und Benutzung von Werth sein dürfte, habe ich die ersten Paragraphe meiner Arbeit diesen Gegenständen gewidmet.

Sehr erleichtert wurde mir die Auswahl des Stoffes und das Studium der zahlreichen Patentschriften des In- und Auslandes durch die gütige Unterstützung mehrerer Fachmänner, Autoritäten auf dem Gebiete des Filtrationswesens.

Ich halte es für meine Pflicht, allen diesen hier nochmals meinen verbindlichsten Dank auszusprechen, besonders aber den Herren W. Zimmermann und R. Zorn, Inhabern der Firma G. Arnold & Schirmer in Berlin, C. Bühring & Comp. in Hamburg, A. L. G. Dehne in Halle a. S., Schütz & Hertel in Wurzen i. S. und Wegelin & Hübner in Halle a. S., welche einzelne Capitel meines Werkes vor dem Drucke prüften und mir in jeder Beziehung mit Rath und That zur Seite standen.

Die benutzten Quellen habe ich, soweit sie nicht Patentschriften, Prospecte und Berichte von Erfindern und Filterfabrikanten sind, im Texte angegeben.

Es ist mein eifrigstes Bestreben gewesen, ein brauchbares Werk zu liefern und hoffe ich, daß meine Arbeit ihren Zweck erfüllen und eine wohlwollende Aufnahme beim Publicum und bei der Kritik finden wird.

Richard Krüger.

Inhalt.

Seite

Seite

Die Filter

für

Haus und Gewerbe.



Einleitung.

§ 1. Zweck und Wirkung der Filtration.

Das Filtriren ist eine rein mechanische Operation, durch welche Flüssigkeiten häufig nur geklärt und gereinigt, d. h. von allen gröberen und feineren, mechanisch beigemengten, festen Substanzen befreit werden sollen. In einzelnen Fällen bezweckt man durch die Filtration auch eine chemische Einwirkung auf die Flüssigkeiten, um alle oder wenigstens einen Theil der gelösten Stoffe zu entfernen, d. h. um die Flüssigkeiten zu entfärben, um sie geruchlos, geschmacklos zu machen u. s. w.

Das Filtriren gehört bekanntlich zu denjenigen Arbeiten, welche den Chemiker fast alltäglich beschäftigen. In der Regel erfordert es große Aufmerksamkeit, Geduld und Geschicklichkeit, wenn es nicht mißlingen soll.

Die Ergiebigkeit des Filters hängt sowohl von der Größe der nutzbaren Filterfläche und von der Dicke der Filterschicht ab, als auch von dem Drucke, mit welchem die verunreinigten Flüssigkeiten durch das Filtrirmaterial (das Filtrum) gepreßt werden. Seine Wirksamkeit wächst mit der Feinheit und der Höhe der Filterschicht und nimmt ab mit der

Geschwindigkeit der durchströmenden Flüssigkeit. Und man kann sich den Satz merken: »Je feiner das Material, je höher die aus ihm gebildete Schicht, je geringer der Flüssigkeitsdruck — desto geringer die Ergiebigkeit, desto größer aber die Wirksamkeit der Filtration.«

Die Flüssigkeiten werden entweder von oben nach unten oder umgekehrt: von unten nach oben durch das Filtrum geführt. Die erstere Methode ist die gewöhnlichere, in einzelnen Fällen aber unwirksamere. Die Ausführung der zweiten Methode stößt häufig auf technische Schwierigkeiten und besitzt ebenfalls verschiedene, später zu erörternde Nachtheile, so daß es am vortheilhaftesten sein würde, beide Methoden mit einander zu vereinigen. Nach diesem Princip sind einige (nur wenige) Filtrirapparate construirt worden, deren Erfolg im allgemeinen befriedigt.

Das Gewinnungsproduct der Filter — das Filtrat — kann eine flüssige oder feste Masse sein, oder beides. Denn entweder ist der abfiltrirte Stoff (der Rückstand) werthlos (wie z. B. bei der Reinigung von Wasser, Bier, Wein, Oel u. s. w.), oder es besitzt die durchfiltrirte Flüssigkeit keinen Werth, und nur der Rückstand ist das Gewinnungsproduct (z. B. beim Auspressen des Porzellanmasseschlammes), oder endlich haben Flüssigkeit und Rückstand beide eine gleich hohe Bedeutung und sollen durch die Filtration beide nur von einander geschieden werden.

Hiernach richtet sich die Construction der Filtrirapparate.

Schon die Culturvölker des Alterthums benutzten das Filter zur Klärung und Reinigung des Wassers, und dies ist auch heute noch die hervorragendste, wichtigste Aufgabe der Filtration.

Erst seit etwa 50 bis 60 Jahren sind die Filter zu einer sehr ausgebreiteten Anwendung gekommen und werden dieselben jetzt nicht allein im Haushalte, sondern auch in den verschiedensten Zweigen der Industrie zu den mannigfaltigsten Fabrikationen mit großem Erfolge benutzt.

Da dienen sie zur Klärung, Reinigung und zum Entfärben vieler Flüssigkeiten, ferner bei der Fabrikation aller Farben, der Bereitung von Cellulose, Glycerin, Kreide, Leim, Salmiak, Stärke, Stearin, Soda, Zucker u. s. w. u. s. w., sodann auch zur Filtration von Metallen, zur Herstellung von Bierwürze, zum Entfuseln von Branntwein und noch zu vielen anderen chemisch-technischen Erzeugnissen.

Hieraus ergiebt sich schon die ungemeine Wichtigkeit der Filter und die Nothwendigkeit, sie in einem besonderen Werke eingehender zu betrachten.

§ 2. Das Filtrum.

Zur Klärung von Trinkwasser benutzten nach Plinius und Avicenna die alten Culturvölker Becher mit Wolle, Bambusrohr, künstliche Steine, Muscheln, Thonkrüge u. s. w., oder sie legten (wie z. B. die alten Römer bei ihren kühnen und bewunderswerthen Wasserleitungen) Klärbassins an, die sie in Mauerwerk aufführten und mit reinem Kies füllten. In unserer Zeit werden alle möglichen porösen Stoffe zu Filtrirungen benutzt und die verschiedensten, oft complicirtesten Filtrirapparate construirt.

In Folgendem wollen wir in alphabetischer Reihenfolge, die bislang mit mehr oder weniger großem Erfolge zur Verwendung gekommenen und bekannteren Filtrirmaterialien aufzählen. Die betreffenden Erfinder und Patentnehmer sind,

soweit sie uns bekannt geworden, in Parenthese beigefügt. Die Filtrirapparate der mit einem Stern hervorgehobenen Erfinder sind in unserem Werke näher besprochen worden.

Amiant, siehe Asbest.

Asbest (Bostonit u. s. w.) (Piefke* 1881, Breyer* 1883, Trobach.*)

Asbest und kohlensaurer Kalk. (Maignen* 1884.

Asbest und Kohle. (Bühring.*)

Badeschwämme. (de Fourville 1830, Stuckey 1834, Harvey 1847, Gerson,* Pulsometer-Engineering-Company,* Bourgeoise.)

Bambusrohr in senkrecht stehenden Platten befestigt. (de Crouy 1847.)

Baumwolle siehe auch Flanell, Filtertuch, Wollstoffe. (B. mit Pferdehaaren May 1842, Reinsch,* Souchon 1839, Bernard 1858, A. David 1868, Koellner,* Bourgeoise.)

Bimsstein. (Künstl.: Bolley,* natürl.: Struck.*)

Bostonit, siehe Asbest.

Eisenhaltige Wolle. (Gerson.*)

Eisenfeilspäne, Eisendraht, Abfälle von Eisen und anderen Metallen. (Runge u. Medlock.*)

Eisenerz und Knochenkohle. (Gerson.)

Eisenschlackenwolle. (Kalle,* Mühlrad,* Perret.)

Eisenschwamm. (Bischof,* Antwerpener Wasserwerk.*)

Filtrirpapier und Papierzeug, Löschpapier. Seit Jahrhunderten von Chemikern zu Filtrationen benutzt. (Fabrikanten: Mallet,* Muncktell,* Schleicher u. Schüll,* Pichot und Malapert.* — Filtrirapparate von Bunsen,* Wolf,* Monnier,* Fleitmann,* Hempel,* Zulkowsky.*)

Filtertücher. (Alle Filterpressen-Fabriken, ferner: Maignen,* Rétif,* Berliner Wasserfilterfabrik,* Price u. Whitehead 1851.)

Flanell. (Murray 1851.)

Filz. (Filz über Drahtsieb: Salbach, Bonnewall u. Mouren 1864; Filzplatten: Dutoit;* Filz mit Gummi: Bonnefin;* Filz mit Holzkohle: Rivier.)

Glas, gestoßenes Glas, Glasscherben, Glasschmelz, Glaswolle u. s. w. (Pfeifer* u. A.)

Kies, siehe Sand.

Knochenkohle, allein oder in Verbindung mit Holzkohle, auch Asbest. (Hawkins 1830, Lessieur 1834, Girardin 1841, Mozière 1849, Danchell 1867, Jennings u. Kellogg, Hayden, Busse, Bühring,* Haagen,* Dawson,* Grant,* Perger,* Ducommun,* Lorenz* u. A.)

Koke. (Bell 1830.)

Leinwand. (In Form von Spitzbeuteln, Schläuchen, Säcken: Lots u. Tison.* Leinwand auf Drahtsieb: Bönisch.*)

Marmor.

Metallgewebe, Metallsiebe. (Gerville,* Temmel.*)

Papierzeug, siehe Filtrirpapier. (Tard 1844.)

Porzellan. (Chamberland-Pasteur.*)

Sägespäne.

Sand. (In den meisten Wasserwerken, ferner: Cramer,* Fonvielle,* Hyatt,* Kleucker,* Price 1839.)

Sandstein. (White 1828, Forster* 1854, Trilleau,* Castelnau.*)

Schaffell, ungegerbtes statt Filtertuch.

Künstliche Steine. (Reye,* Steinmann.*)

Thon, thönerne Gefäße, Thonscherben. (Prätorius,* Neville,* Johnson u. Robey.*)

Wollstoff, siehe auch Baumwolle, Flanell u. s. w. (Field 1823, Fonvielle 1829.)

Nach diesen Filtrirmaterialien kann man die gesammten Filtrirapparate eintheilen in:

1. Sand- und Kiesfilter.
2. Kohlenfilter.
3. Gewebefilter (und Filterpressen.)
4. Papierfilter.
5. Filter aus natürlichen und künstlichen Steinen, aus Thon und Glas, aus Eisenschwamm und Eisenschlackenwolle, aus Badeschwämmen u. s. w.

Diese Eintheilung haben wir in unserem Werke innegehalten, weil sich die von uns zuerst versuchte nach den verschiedenen Flüssigkeiten ohne mehrfache Wiederholungen nicht durchführen ließ: die Filtrirapparate, mit denen z. B. Wasser geklärt und gereinigt wird, eignen sich eben auch in den meisten Fällen zur Filtration anderer Flüssigkeiten.

I.

Beschaffenheit, Klärung und Reinigung des Wassers.

§ 3. Die Beschaffenheit des Wassers.*)

Chemisch ganz reines Wasser, d. h. Wasser, welches nur aus 11·11% Wasserstoff und 88·89% Sauerstoff besteht und farblos, durchsichtig, geruch- und geschmacklos ist, kommt in der Natur nirgends vor. Alles Wasser auf Erden ist nicht absolut rein, selbst nicht das ganz reinlich aufgefangene Niederschlagswasser, sondern enthält in mehr oder minder großer Menge die verschiedensten gasförmigen und erdigen Stoffe, theils in Lösung, theils ungelöst, die es aus der Atmosphäre aufgenommen hat und besonders aus den Erdschichten, durch die es sickert, über welche es fließt oder über welchen es sich sammelt.

---

*) Siehe: Friedrich Ritter. »Wasser und Eis.« A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest, Leipzig. — U. Mohr. »Die Wasserförderung.« Verlag von B. F. Voigt in Weimar. — Beielstein jun. »Wasserleitung im Wohngebäude.« Derselbe Verlag. — v. Kirn. »Leitfaden zum Unterricht im Wasserbau.« Verlag von R. v. Decker in Berlin u. a.

Die in Wasser nicht löslichen, gewöhnlich in feiner Vertheilung herumschwimmenden Stoffe — die sog. mechanisch beigemengten — können oft nur durch das Mikroskop entdeckt und meistens leicht durch ein rationell angeordnetes Filter aus dem Wasser entfernt werden, während die in Wasser löslichen und durch chemische Untersuchungen festzustellenden Stoffe — die sog. in Wasser chemisch gebundenen — schwieriger und in der Regel nur auf chemischem Wege zu beseitigen sind. Zu ersteren gehören z. B. die feinen Sandtheilchen, sowie Thonerde, Eisen- und Manganoxyd, kohlensaure Kalkerde u. s. w., zu letzteren die aus Thier- und Pflanzenstoffen ausgelaugten Säuren, Chlormagnesium, schwefelsaures Natron u. s. w., d. h. zum Theil anorganische Salze, zum Theil organische Stoffe.

Die genaue Kenntniß der Beschaffenheit des zur Verfügung stehenden Wassers ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Vermag der Fabrikant, der Färber, der Bierbrauer u. s. w. das von ihm zu benutzende Wasser selbst auf seine Brauchbarkeit zu untersuchen, kennt er die richtigen Mittel, um das Wasser von allen Verunreinigungen und allen den Bestandtheilen, die seinen Arbeiten nicht dienlich sein können, zu befreien und es für seine Zwecke brauchbar zu machen, so wird er vor manchen pecuniären Verlusten bewahrt bleiben.

Aber nicht allein die Industrie, sondern auch die Hygiene stellt an das Wasser hohe Anforderungen; sie verlangt ein reines, klares, frisches Trinkwasser, ein Wasser, das möglichst frei ist von allen Infectionsstoffen, Keimen, Pilzen u. s. w., welche die Erzeuger und Verbreiter von epidemischen Krankheiten sind, von Cholera, Ruhr, Fieber, Typhus, auch häufig von Hautausschlägen, Bandwurm u. s. w. Die neuesten

Forschungen haben ergeben, daß in Ortschaften, deren Bewohner auf unreines Wasser angewiesen sind, die Sterblichkeit zur Zeit von Epidemien $3^1/_2$mal so groß ist als in jenen Gegenden, die ein gesundes und reines Wasser besitzen.

Jedoch nicht nur das unreine, schlecht schmeckende und übel riechende, bei dem schon unsere Sinne Verdacht schöpfen, sondern auch das klar aussehende, scheinbar ganz reine und geschmacklose Wasser kann für die menschliche Gesundheit sehr gefährlich werden. Die früher allgemein verbreitete Meinung, daß klares Wasser ganz unschädlich sei, ist durch die epochemachenden Untersuchungen eines Koch, v. Pettenkofer, Pasteur u. A. gründlich widerlegt worden, denn diese haben zur Genüge ergeben, daß auch helles, durchsichtiges Wasser von solchen, häufig nur durch ein scharfes Mikroskop wahrnehmbaren Substanzen angefüllt sein kann, die, falls diese niederen Formen des organischen Lebens in der Zersetzung begriffen sind, das inficirte Wasser ohne Filtration zum Trinken absolut unbrauchbar machen. Denn nur keimfreies Wasser darf zum Trinken benutzt werden.

Als Hauptursache der Wasserverderbniß sind in stark bevölkerten und angebauten Landstrichen die vielen vegetabilischen und animalischen, auf den Erdboden geworfenen oder in die Erde eingegrabenen Abfälle und die unreinen, in die Erde einsickernden oder in die Flüsse geleiteten Ausgüsse anzusehen. Aus dem verjauchten Erdboden nimmt das Wasser stickstoffhaltige, organische Bestandtheile auf, die im Vereine mit den im Wasser enthaltenen Salzen alles das darbieten, was die Mikroorganismen zu ihrem Leben und Gedeihen nöthig haben.

§ 4. Die dem Wasser mechanisch beigemengten und die chemisch gebundenen Stoffe.

Für häusliche und industrielle Zwecke benutzt man bekanntlich Regen-, Quell-, Grund-, Fluß- und Süßseewasser. Von diesen Wässern hat im allgemeinen das Regen- und Schneewasser die wenigsten fremden Bestandtheile. Es enthält aber, weil es fast immer, bevor man es auffängt, auf die Dächer u. s. w. fällt, stets einige fremde Stoffe, so namentlich Spuren von Kali-, Natron-, Kalk- und Magnesiasalzen, ferner sehr wenige Mikroorganismen (Schimmel-, Gährungs-, Spaltpilze), einige mineralische Stoffe (Staub) und Kohlensäure, Salpetersäure, Ammoniak u. s. w. Nicht reinlich aufgefangenes Regenwasser wird aber stets eine größere Menge fremder Stoffe, besonders Kalksalze, schwefel- und salzsaure Salze und organische Bestandtheile besitzen.

Das Quellwasser enthält viel kohlensauren Kalk und ist daher meistens sehr hartes Wasser. Mit Ausnahme einiger Metalle kann es fast alle bekannten Körper führen. Besonders besitzt es Kiesel-, Kohlen- und Schwefelsäure, Chlor, Kalk, Kali, Magnesia, Natron, Eisen- und Manganoxyd, Eisenoxydul, während im Quellwasser Baryt, Borsäure, Brom, Cäsium, Fluor, Jod, Lithium, Strontian und organische Substanzen seltener zu finden sind.

In der Regel enthalten die Mineralquellen die meisten fremden Bestandtheile, entweder besonders viel Kohlensäure (Säuerlinge) oder Kochsalz (Salinen) oder Magnesiasalz (Bitterwässer) oder Schwefelwasserstoff (Schwefelquellen) oder Eisen (Stahlquellen) u. s. w.

Das in Drainröhren aufgefangene Grundwasser führt neben vielen organischen Bestandtheilen, die es direct

dem Ackerboden entnimmt, auch Gips, kohlensauren Kalk, salpetersaures Ammoniak und in sehr kleinen Mengen auch phosphorsaure Salze.

Weiches Wasser besitzen gewöhnlich die Bäche und Flüsse, weil der Gehalt an kohlensaurem Kalk nur dann ein beträchtlicher ist, wenn die Wässer aus Kalkgebirgen kommen. Gletscherbäche aus Granit- und Gneisgebirgen führen ein kali- und kieselsäurereiches Wasser. Bäche, die aus Torfmooren abfließen, enthalten Kalk, Kali, Kieselsäure, Kochsalz, Natron und bedeutende Mengen von organischen Substanzen, auch ist ihr Wasser bräunlich gefärbt.

Wasser aus Eisenkiesbergwerken ist reich an Eisenvitriol und freier Schwefelsäure, entstammt es Kupferbergwerken, so führt es Kupfervitriol in Lösung, kommt es aus Steinkohlenbergwerken, so enthält es besonders viel Schwefelsäure.

Vom Urgebirge eingeschlossene Seen besitzen namentlich viel Kali und Kieselsäure, Seen im Kalkgebirge viel kohlensauren Kalk. Salzseewasser ist reich an Brom, Calcium, Chlor, Kalium, Magnesium, Natrium, Schwefelsäure u. s. w. Moorwasser ist mehr oder weniger verunreinigt mit Bromnatrium, Brommagnesium, Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlorkalium, ferner mit schwefelsaurer Kali-, Natron- und Kalkmagnesia, mit Kieselsäure, Eisenoxyd, Ammoniak und organischen Substanzen.

Einmal destillirtes Wasser enthält nur noch sehr geringe Mengen von Kohlensäure und organischen Stoffen, mehrmals destillirtes Wasser kann als absolut rein angesehen werden.

§ 5. Verunreinigungen des Wassers durch Blei, Zink und galvanisirtes Eisen.

Häufig wird das aus den Brunnen u. s. w. in ziemlicher Reinheit entnommene Wasser dadurch verunreinigt, zum Trinken weniger geeignet, ja gefährlich gemacht, daß man es in Bleiröhren, Zinkgefäßen und Gefäßen aus galvanisirtem Eisen längere Zeit vor dem Gebrauch stehen läßt.

Nach Versuchen, die Steiner mit einer 39 Mtr. langen Leitung aus Bleiröhren im hygienischen Institut zu Budapest angestellt hat, enthielt 1 Liter Wasser Blei:

nach reichlichem Auslaufen unter raschem Strömen	0·085 Mgr.
» » » » langsamem »	1·040 »
» 24stündigem Stehen im Bleirohre	1·224 »
» 48 » » » »	1·700 »
» 7tägigem » » »	3·250 »
» 4wöchentlichem » » »	4·700 »

Da die für den menschlichen Organismus als unschädlich zulässige höchste Bleimenge pro Liter nur 0·7 Mgr. betragen darf und weil die Mehrzahl der Consumenten nicht genug darauf achten wird, nur Wasser aus Bleileitungen zu trinken, wenn es nach reichlichem Auslaufen unter raschem Strömen entnommen worden, so wäre es — bemerkt Steiner sehr richtig — vom hygienischen Standpunkte aus äußerst erwünscht, Blei zu Wasserleitungen nicht, oder höchstens nur für ganz kurze, unvermeidliche Verbindungen zu verwenden.

Die Erfahrungen, welche mit Wasserbehältern und Leitungsröhren aus Zink und galvanisirtem Eisen nach sorgfältigen Untersuchungen gewonnen worden sind, beschreibt C. P. Wenable im Journal of the American Chemical Society (1885) etwa wie folgt:

»Unter galvanisirtem Eisen versteht man bekanntlich Eisen, welches durch Eintauchen in geschmolzenes Zink mit diesem Metall überzogen und oberflächlich mit demselben amalgamirt worden ist. Die beiden Metalle bilden ein galvanisches Paar, so daß bei der Einwirkung einer erregenden Flüssigkeit nicht das Eisen, sondern das Zink angegriffen und somit das Eisen vor Corrosionen geschützt wird. Wie durch die Versuche von Boutigny, Schaueffele und Langomé nachgewiesen worden ist, wird das Zink in trinkbarem Wasser aufgelöst, und zwar wirkt in dieser Beziehung weiches Wasser (Regenwasser) stärker als hartes Wasser. Besonders stark wird das Zink aber in kohlensäurehaltigem Wasser aufgelöst. Das Wasser wird durch das aufgelöste Zink trübe und opalisirend und nimmt einen deutlichen Metallgeschmack an. Durch Untersuchungen, welche die französische Regierung seinerzeit ausführen ließ, wurde die gesundheitsschädliche Wirkung des mit Zink verunreinigten Wassers unzweifelhaft nachgewiesen, weshalb vor der Aufbewahrung von Genußwasser in Zinkgefäßen oder in Gefäßen von galvanisirtem Eisen zu warnen ist (Dasselbe bezieht sich natürlich auch auf andere als Genußmittel dienende Flüssigkeiten.)«

§ 6. Wie soll das für häusliche und industrielle Zwecke verwendete Wasser beschaffen sein?

Gutes Trinkwasser muß:

1) kühl und frisch sein.

Sehr richtig bemerkt hierzu U. Mohr (»Die Wasserförderung«, S. 8): »Diese Eigenschaft des Wassers ist sehr oft ausreichend, um ein schlechtes Wasser verdaulich zu machen, während die warme Beschaffenheit das beste Wasser unver-

daulich macht. Es ist daher besser, kaltes Wasser als warmes zu trinken. Das kalte Wasser behagt dem Gaumen, löscht den Durst und sagt dem gesunden Magen zu, belebt den Körper und erleichtert die Verdauung, indem es die Kräfte des Magens in einem Grade steigert, welches dieser Operation der Natur besser zusagt, als Kaffee oder andere Magenstärker. Das warme Wasser dagegen löscht den Durst nicht, es behagt weder dem Magen, noch den Organen des Geschmackes. Die Uebelkeiten und das Erbrechen, welche es erregt, wenn es bis zu einem gewissen Grade erwärmt worden ist, beweisen, daß es als Getränk nicht bekommt. Auch treibt uns der natürliche Instinkt, hauptsächlich im Sommer, die kalten Getränke vorzuziehen und aufzusuchen. Die kalte und frische Beschaffenheit ist also eine wesentliche Eigenschaft der trinkbaren Wässer, weil sie von der Natur angezeigt ist. — Quellwasser hat selten über 10° Celsius, durchgesickertes Grundwasser in den meisten Fällen mehr. Da die Temperatur des Quellwassers unveränderlich, so wird es uns im Sommer kalt, im Winter weniger kalt erscheinen.« — Die Temperatur des Wassers darf nicht erheblich variiren und 15° Celsius nicht überschreiten.

2) einen reinen Geschmack haben.

Destillirtes Wasser hat gar keinen Geschmack, Regenwasser schmeckt fade, Flußwasser weichlich, Salzsee- und Meerwasser salzig und bitter und sein Genuß ruft leicht Uebelkeit und Erbrechen hervor, Quellwasser dagegen ist in den meisten Fällen wohlschmeckend.

3) klar sein.

Eine starke Beimengung von schwefelsaurem Eisen färbt das Wasser grünlich, Eisenoxyd und schwefelsaures Kupfer bräunlich, ebenso Torflager; thonige und kalkige Substanzen

machen es undurchsichtig und geben ihm ein milchiges Aussehen. Daher hängt mit der Klarheit und Durchsichtigkeit die weitere sehr wichtige Forderung zusammen, daß gutes Trinkwasser keimfrei sein muß, oder genauer, es muß:

4) möglichst frei sein von chemisch aufgelösten, schädlichen Salzen, organischen Stoffen und mechanischen Verunreinigungen.

Es darf der Chlorgehalt im Trinkwasser pro Liter höchstens 0·008 Gr., der Gehalt an Schwefelsäure 0·006 Gr., an Salpetersäure 0·004 Gr. betragen und das größte zulässige Quantum organischer Substanzen 0·025 Gr.

5) vollständig geruchlos sein, auch dann noch, wenn es in einem verschlossenen oder offenen Gefäße einige Tage gestanden hat.

Ganz reines Wasser hat keinen Geruch. (Siehe § 7.)

6) eine genügende Menge von atmosphärischer Luft und Kohlensäure besitzen. Die im Wasser enthaltene Luft soll mehr Sauerstoff enthalten, als die gewöhnliche.

Wasser verliert nicht nur bei der Destillation, sondern auch durch bloßes Stehen einen Theil seiner Kohlensäure und damit seine erfrischende Wirkung.

7) nicht zu hart sein d. h. nicht zu viel kohlensaure (schwefelsaure) Kochsalze enthalten.

Eine gewisse Härte ist aber des Geschmackes wegen erwünscht; die Grenze beträgt etwa 15—20 Grad oder die größte zulässige Menge an Kalk und Magnesia 0·2 Gr. pro Liter.

Genießbares Wasser darf nach Chemiker Lohmann (Vortrag in der Berliner polytechnischen Gesellschaft, October 1885) pro Liter höchstens 0·15 Gramm kohlensauren Kalk, 0·03 Gr. kohlensaure Magnesia, 0·13 Gr. schwefelsauren Kalk, 0·06 Gr. Chlornatrium und Chlorkalium, ebensoviel

Kieselsäure und — wie schon oben bemerkt — 0·025 Gr. organische Substanzen enthalten.

Der 6. internationale pharmaceutische Congreß in Brüssel beschloß: Gutes Trinkwasser darf nicht mehr als 20 Mgr. organische Substanz pro Liter enthalten (als Oxalsäure berechnet); die stickstoffhaltigen organischen Stoffe, mit Kaliumpermanganat oxydirt, dürfen nicht mehr als 0·1 Mgr. Eiweißstickstoff pro Liter liefern. Ein Liter Wasser darf nicht mehr enthalten als: 0·5 Mgr. Ammoniak, 0·5 Gr. Mineralsalze, 60 Mgr. Chlor, 2 Mgr. Salpetersäureanhydrid, 200 Mgr. Oxyde alkalischer Erden, 30 Mgr. Silicium und 3 Mgr. Eisen. Das Trinkwasser darf weder Nitrate, noch Schwefelwasserstoff, noch Sulfide, noch durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium fällbare Metallsalze enthalten, außer Eisen, Aluminium oder Magnesium; ferner keine Saprophyten, Leptotrix, Leptomiten, Hyphaeotrix und andere weiße Algen, zahlreiche Infusorien und Bacterien führen. Die Zugabe von weißem Zucker darf darin keine Entwickelung von Pilzen hervorbringen. Auf Gelatine cultivirt, darf das Wasser innerhalb 8 Tagen keine die Gelatine verflüssigenden Bacterienmengen produciren.

In nachfolgender Tabelle führen wir noch die Forderungen anderer Autoren an ein gutes Trinkwasser auf. In dieser Tabelle ist die Einheit zu $^{1}/_{100000}$ angenommen worden

	Reichard:	Wibel:	Kubel u. Thiemann:
Rückstand:	50	50	50
Organ. Substanzen:	1—5	5	5
Salpetersäure:	0·4	0·5—2·0	0·5—1·5
Chlor:	0·2—0·8	3·5	2—3
Schwefelsäure:	0·2—0·6	8—10	8—10
Härtegrad:	18	18—20	18—20

Die Forderung, daß keine einzige dieser Grenzzahlen überschritten werden darf, halten wir nicht immer für unbedingt nöthig, wenn nur der hier angegebene Gehalt an Salpetersäure und an organischen Substanzen nicht überschritten wird. »Uebrigens kommt der Ursprung der Verunreinigungen besonders in Betracht,« bemerkt das Deutsche Bauhandbuch. »Stammen dieselben von Excrementen her, so sind schon sehr geringe Verunreinigungen bedenklich; bei anderer Abstammung z. B. aus Gesteinsschichten sind kleinere Ueberschreitungen einzelner Grenzwerthe im allgemeinen kaum bedenklich.«

Die Forderungen, welche man an ein brauchbares **Koch- und Waschwasser und Spülwasser** stellt, sind weniger hohe. Koch- und Waschwasser soll nicht unklar sein, nicht schlecht schmecken und übel riechen und keine zu große Härte besitzen. Hartes Wasser bildet mit Seife keinen Schaum, kocht Gemüse und Hülsenfrüchte nicht gar — es lagern sich an den Hülsenfrüchten Kalktheilchen ab, welche das Weichwerden verhindern, — ist ferner zur Bereitung von wohlschmeckendem Thee nicht tauglich, erzeugt im Kessel und in den Leitungsröhren Kalkniederschläge und verursacht endlich auch pecuniäre Verluste, indem nutzlos viel Seife verbraucht werden muß.

[1 Härtegrad deutsch (gleich 1·785° französisch und 1·25° englisch) bedeutet bekanntlich einen Gewichtstheil Aetzkalk oder 1·785 Thl. kohlensauren Kalk in 1000 Gewichtstheilen Wasser. Temporär nennt man die Härte, wenn sie durch Kochen beseitigt werden kann, während die in gekochtem Wasser noch nachweisbare bleibende heißt.]

Das zum Waschen benutzte Wasser darf auch kein Eisenoxyd enthalten, um das Gelbwerden der Wäsche zu verhüten; ferner keine organischen Stoffe, weil diese in der Wäsche

dunkle Flecke hervorrufen. Dasselbe gilt von dem Wasser, welches zum Bleichen der Wäsche benutzt werden soll.

Für industrielle Zwecke, besonders für das **Kesselspeisewasser,** gelten im allgemeinen dieselben Normen, wie für das genießbare Wasser.

Das Kesselspeisewasser darf nur eine geringe Härte besitzen, bis etwa 10°, anderseits aber auch nicht zu weich sein, weil weiches Wasser leicht Rostbildungen im Kessel und in den Rohrleitungen hervorruft; es darf nur wenig Kalksalze und Chlor enthalten, muß möglichst frei sein von Salpeter- und Schwefelsäure, weil diese Säuren sich bei hoher Temperatur zersetzen und alsdann die Sieteröhren und Löthstellen angreifen.

Der mit Recht so sehr gefürchtete, leicht Explosion hervorrufende Kesselstein besteht im Wesentlichen aus kohlensaurem oder schwefelsaurem Kalk. Wasser, welches diese Stoffe in größeren Mengen enthält, muß daher möglichst nicht zum Speisen der Kessel benutzt werden; dagegen schadet ein Gehalt an Ammoniak- und Kochsalz u. s. w. nicht.

Das in chemischen Fabriken als Lösungsmittel vielfach angewendete Wasser muß möglichst wenig fremde Stoffe in Auflösung besitzen, besonders aber frei sein von Salzen und Chlorverbindungen. In der Regel verwendet man in der Chemie nur destillirtes Wasser, das die beste Garantie für Reinheit und Unschädlichkeit leistet.

Das Wasser für Färbereien darf keinen kohlensauren Kalk oder kohlensaure Magnesia führen.

Für die Malz-Fabrikation und Branntweinbrennerei ist das destillirte, die wenigsten fremden Bestandtheile in Lösung enthaltende Wasser das empfehlenswertheste. Bei Verwendung von undestillirtem Wasser ist

besonders darauf zu achten, daß es kein Kochsalz besitzt, weil dieses Salz auf den Verlauf des ganzen Keimprocesses einen nachtheiligen Einfluß ausübt.

Das Wasser für Bierbrauereien, wo das Malz bekanntlich mit Wasser extrahirt wird, soll frei sein von üblem Geruch und Geschmack und möglichst wenig organische Bestandtheile und Salze führen.

Hiernach würde es am empfehlenswerthesten sein, zu häuslichen und industriellen Zwecken reines Quellwasser zu benutzen. Aber dies läßt sich leider für die meisten Ortschaften nicht einrichten, weil ihnen eine genügende Anzahl wasserreicher Quellen fehlt und sie auch nicht die Mittel besitzen, um — wie im Alterthum Rom und in unserer Zeit Wien — gesundes Quellwasser viele Kilometer weit aus dem Gebirge herbeizuschaffen. Daher bleibt diesen Ortschaften nichts anderes übrig, als aus dem Grund- oder Flußwasser ihren Bedarf zu decken, mit größter Vorsicht den Ort der Wasserentnahme zu bestimmen, darauf zu achten, daß diesen Gebieten keine verunreinigenden Abwässer zufließen, und endlich das zum Trinken u. s. w. bestimmte Wasser durch eine geeignete und sorgsame Filtration von allen jenen Stoffen zu befreien welche es ungesund oder unbrauchbar machen.

Es empfiehlt sich, Wasser aus Sümpfen und Gruben, aus stagnirenden Gewässern, aus Flüssen, welche die Auswurfstoffe größerer Städte in sich aufgenommen haben, aus Brunnen, die in einem, mit organischen Substanzen durchdrungenen Boden, in der Nähe von Düngerhaufen, Aborten, Friedhöfen u. s. w. angelegt sind, nicht zum Trinken zu benutzen.

Während beim Trinkwasser aus uns bereits bekannten Gründen neben der chemischen auch eine gründliche mikroskopische

Untersuchung am Platze ist, genügt bei den nur zu gewerblichen Zwecken dienenden Wässern allein die chemische Untersuchung. Wie diese letztere zu führen ist, soll in den nächsten Paragraphen in Kürze gezeigt werden.

Empirisch kann man sich von der Güte eines Wassers nach Lohmann dadurch überzeugen, daß man eine Lösung von 1 Thl. Tannin, 4 Thl. destill. Wasser und 1 Thl. Spiritus in das zu untersuchende Wasser gießt und zwar im Verhältniß von einem Eßlöffel zu einem Wasserglas. Durch die Gerbsäure werden die organischen Substanzen in unlösliche Verbindungen übergeführt. Tritt bereits in der ersten Stunde eine Trübung des Wassers ein, so ist es total unbrauchbar und zu verwerfen; bleibt es mindestens 3 Stunden lang unverändert, so kann es ohne Bedenken als gutes Wasser angesehen werden.

§ 7. Prüfung des Wassers auf Klarheit, auf Geruch und Geschmack.

Die Klarheit des Wassers wird am einfachsten dadurch festgestellt, daß man in eine etwa 70 Cm. lange, 2 Cm. weite, unten glatt zugeschmolzene Röhre aus farblosem Glas das zu untersuchende Wasser, in eine andere Röhre von gleicher Größe und aus gleicher Glasmasse destillirtes oder filtrirtes Wasser gießt, beide auf eine Unterlage von weißem Papier senkrecht aufstellt und von oben durch beide Wassersäulen hindurchblickt. Hierdurch kann man selbst die kleinste Trübung unschwer erkennen. Je mehr die Farbe des unfiltrirten Wassers von der des filtrirten oder destillirten abweicht, desto unreiner ist das Wasser.

Ein anderes, sehr einfaches Verfahren besteht (nach Mohr) darin, daß man auf einen weißen, ganz reinen Teller einen Tropfen des zu untersuchenden Wassers gießt und denselben verdunsten läßt. Wenn man nach der vollständigen Verdunstung keinen Fleck auf dem Teller bemerkt, so ist das Wasser rein.

»Ob ein klares Wasser von guter Beschaffenheit ist, erkennt man — schreibt Mohr (a. a. O., S. 7) — an folgenden Zeichen:

wenn es leicht kocht, ohne seine Durchsichtigkeit zu trüben, noch fremde Körper niederzuschlagen;

wenn es ziemlich rasch trockne Hülsenfrüchte, Gemüse und Fleisch gar kocht;

wenn es ziemlich schnell warm wird, wieder kalt wird und gefriert;

wenn es die Seife gut auflöst und die Wäsche gut wäscht.« —

Der Geruch eines Wassers tritt beim Erwärmen des Wassers bis auf etwa 50° C. am schärfsten hervor. Gewöhnlich enthält das übel riechende Wasser etwas Schwefelwasserstoffgas und ist durch Leuchtgas, welches aus undichten Gasleitungen in den Brunnen gelangt ist, inficirt. Der schlechte Geruch kann aber auch durch Fäulnißstoffe herbeigeführt sein. Dies läßt sich am besten und einfachsten dadurch feststellen, daß man einige Tropfen Kupfervitriol-Lösung ins Wasser gießt, welche den Schwefelwasserstoff-Geruch sogleich entfernt; riecht das Wasser trotzdem noch danach, so ist dies ein untrügliches Zeichen von faulenden Stoffen in demselben.

Der Geschmack läßt sich ebenfalls am deutlichsten beim erwärmten Wasser erkennen, weil bei sehr kaltem Wasser die Empfindlichkeit der Geschmacksnerven geringer wird. Es

empfiehlt sich, sehr kaltes Wasser durch längeres Stehen in einem geheizten Zimmer oder an der Sonne auf 15—20° C. zu erwärmen. (Siehe auch den folgenden Paragraphen.)

§ 8. Bestimmung des Gasgehaltes im Wasser.

Die im Wasser vorkommenden Gase sind besonders atmosphärische Luft (Sauerstoff und Stickstoff), Kohlensäure und Schwefelwasserstoff. Letzteres Gas giebt, wie wir im vorigen Paragraphen sahen, dem Wasser einen eigenartigen Geruch und ist an demselben unschwer zu erkennen. Man kann es aber auch durch das folgende leichte Experiment nachweisen Man erhitzt das Wasser in einem offenen Behälter und steckt in den Hals desselben einen Streifen weißes Papier, der vorher in Bleizuckerlösung getaucht worden. Dieser Streifen nimmt eine graue Farbe an, wenn nur wenig Schwefelwasserstoff im Wasser befindlich, färbt sich aber schwarz, wenn der Gehalt an diesem Gase ein bedeutenderer ist.

Die atmosphärische Luft und die Kohlensäure geben dem Wasser einen erfrischenden und angenehmen Geschmack, und ihre Menge läßt sich annähernd folgendermaßen bestimmen. Man füllt eine Flasche mit dem zu untersuchenden Wasser und läßt dieselbe etwa einen halben Tag lang stehen. Es scheidet sich dann ein großer Theil der Gase aus und setzt sich in Form von kleinen Bläschen an die Wandungen der Flasche, die beim allmäligen Erwärmen der letzteren emporsteigen. Je intensiver dieses Emporsteigen vor sich geht, desto größer ist der Gasgehalt des Wassers.

Um speciell Kohlensäure nachzuweisen, versetzt man das in eine Flasche gegossene Wasser zum Ueberschuß mit klarem Kalkwasser, so daß die Flasche nach dem Auffüllen

mit Kalkwasser ganz gefüllt ist bis zum Kork. Trübt sich das Wasser sofort oder nach Umschütteln in wenigen Minuten, und bilden sich nach 1—2 Stunden krystallinische Niederschläge, die in Salzsäure unter Aufbrausen löslich sind, so ist im Wasser Kohlensäure vorhanden.

§ 9. Bestimmung der Härte des Wassers.

Wie wir bereits im § 6 bemerkten, wird die Härte des Wassers bedingt durch kohlensauren Kalk oder kohlensaure Magnesia, die in Wasser gelöst sind und durch Zusatz einer Seifenlösung (Seife in schwachem Weingeist aufgelöst) leicht festgestellt werden können. Kalk und Magnesiasalz bilden bei der Berührung mit Seife unlösliche weiße Niederschläge (Kalk- und Magnesiaseife), die das Wasser stark milchig färben. Aus der Menge der für ein bestimmtes Wasserquantum nöthigen Seifenlösung zur Bildung dieser Niederschläge kann man leicht die Härte des Wassers bestimmen.

§ 10. Untersuchung des Wassers auf organische Substanzen und feste Rückstände.

Organische Substanzen lassen sich im Wasser durch einen Zusatz von übermangansaurem Kalium leicht nachweisen. Enthält nämlich das Wasser auch nur eine sehr geringe Menge von organischen Bestandtheilen, so wird hineingetröpfeltes übermangansaures Kalium doch sofort zersetzt, denn es besitzt sehr viel Sauerstoff, den es leicht auf andere Körper überträgt, also auch auf die im Wasser schwimmenden organischen Stoffe, die hierdurch verbrannt werden. Enthält das Wasser absolut keine Spur von Organismen, so wird es durch das

übermangansaure Kalium sofort rothviolett gefärbt, im anderen Falle tritt erst diese Färbung dann ein, wenn die organischen Bestandtheile vollständig verbrannt sind. Aus der Menge des hierzu erforderlichen Kalium läßt sich dann leicht die Menge der Organismen im Wasser feststellen, denn man rechnet gewöhnlich auf 5 Thl. übermangansaures Kalium 1 Thl. organische Substanzen.

Andere Chemiker bestimmen die organischen Bestandtheile aus dem Rückstande. Sie dampfen ein bestimmtes Wasserquantum auf einer Platinschale auf einem Wasserbade ein und glühen den Rückstand in geringem Maße. Färbt sich alsdann dieser Rückstand bräunlich, so sind Organismen im Wasser und in umso größerer Menge, je dunkler die Färbung auftritt. Macht sich beim Glühen des Rückstandes ein Geruch nach verbrennenden Haaren bemerkbar, so sind die Stoffe stickstoffhaltig. Rückstand von gutem und brauchbarem Wasser zeigt immer nur eine schwach-bräunliche Färbung.

Um das Quantum der festen Rückstände zu ermitteln, wird ein größeres, vorher genau abgewogenes Wasserquantum am besten tropfenweise in eine Schale aus Porzellan oder besser aus Platin, deren Gewicht ebenfalls genau festgestellt, gebracht, indem man es an einem reinen Glasstäbchen hinablaufen läßt. Die Schale wird nur soweit erwärmt, daß das Wasser niemals zum Kochen kommt, und nur soweit mit dem zu untersuchenden Wasser angefüllt, daß Verluste durch Ueberspritzen bei der Dampfbildung vermieden werden. Ist das ganze Wasser verdampft, so wird die Schale sorgfältig von allem etwa anhaftenden Ruß befreit und dann genau gewogen, woraus sich das Gewicht der Rückstände oder der Prozentsatz der Beimengungen des Wassers leicht berechnen läßt.

Man constatirt die Gegenwart von Kalksalzen durch einen Zusatz von sauerkleesaurem Ammoniak zum Wasser, schwefelsaure Salze mittelst salpetersaurem Baryt, Chlormetalle durch salpetersaures Silberoxyd (Höllensteinlösung), Magnesiasalze durch phosphorsaures Ammoniak, indem alle diese Zusätze einen weißen Niederschlag im Wasser bewirken, wenn dasselbe die vermutheten Stoffe führt.

Eisenoxyd erkennt man an der bräunlichen Farbe des Wassers und kann dasselbe durch Ammoniak ermitteln oder durch einen Tropfen Salpetersäure, dem später ein Tropfen einer Blutlaugensalz-Lösung folgt, die beide zusammen bei vorhandenem Eisengehalt das Wasser bläulich färben.

Salpetersaure Salze lassen sich am besten durch folgendes Experiment nachweisen. Man verdampft das Wasser vollständig und bringt seinen trocknen Rückstand auf eine glühende Kohle. Entsteht dann ein lebhaftes Verbrennen derselben mit Geprassel, und entwickeln sich, wenn der trockne Rückstand mit trockenem schwefelsauren Kalium erhitzt wird, röthliche Dämpfe, so findet sich unter den im Wasser enthaltenen Salzen auch ein salpetersaures.

Schwefelsäure läßt sich aus dem Niederschlag erkennen, der entsteht, wenn man einen Tropfen Salzsäure und nachher einen Tropfen einer Chlorbaryum-Lösung ins Wasser gießt.

Den Gehalt an Blei kann man aus der schwarzen Fällung oder Trübung im Wasser erkennen, wenn man das Wasser mit Essigsäure und starkem Schwefelwasserstoffwasser versetzt.

§ 11. Allgemeines über die Klärungs- und Reinigungsmethoden des Wassers.

Diese mechanischen und chemischen Verunreinigungen können nun aus dem Wasser wieder entfernt werden durch:

1. Destillation, d. h. Abklärung durch Kochen;

2. Sedimentirung, d. h. Abklärung durch Ruhe. Die suspendirten schweren Stoffe werden durch Senkung zum Ablagern auf den Boden eines gemauerten Bassins gebracht.

3. Desinfection, d. h. durch Beimischung gewisser Reagentien, die nicht nur unlösliche Verbindungen mit den in Wasser löslichen Salzen bilden, sondern zugleich auch die im Wasser befindlichen organischen und unorganischen Substanzen mit sich fortreißen und einen vollständigen Niederschlag hervorbringen.

4. Filtration, d. h. Klärung und Reinigung des verunreinigten Wassers vermittelst Durchführung desselben durch gewisse poröse Stoffe.

Die Destillation ist ihrer großen Kosten wegen bei Wasserreinigung in großem Maßstabe nicht anzuwenden und kann nur bei kleineren, namentlich bei Arbeiten des Chemikers in Frage kommen. Außerdem ist eine einmalige Destillation nicht immer wirksam genug, auch werden dem Wasser durch diese Reinigungsmethode gewisse Bestandtheile entzogen, die es für den häuslichen Bedarf und besonders als Trinkwasser unbedingt führen muß.

Die Sedimentirung, welche in früherer Zeit fast allein angewendet wurde und noch heute sehr häufig zur Verbesserung des Wassers dient, verlangt bei großem Wasserbedarfe sehr ausgedehnte Bassins, klärt zwar das Wasser von erdigen und unorganisch löslichen Substanzen, befördert aber, besonders in der heißen Jahreszeit, in dieser großen, stagnirenden Wassermasse die Entwickelung organischer Bestandtheile, Pflanzen (Algen) und Thiere (Infusorien, Reptilien), die durch ihr [illegible]sterben Verwesungsstoffe, d. h. lösliche organische Stoffe

und schädliche Gase im Wasser erzeugen, wodurch dasselbe für die meisten Verwendungen unbrauchbar wird.

Die Desinfection läßt sich meistens nur bei Wasser, welches in der Industrie verwendet werden soll, empfehlen, bei Reinigung von Trink- und Kochwasser jedoch nicht, weil sie demselben häufig seine Frische nimmt, indem sie die Kohlensäure entfernt, weil sie ferner nicht immer wirksam genug ist, und weil sie endlich in einzelnen Fällen (z. B. bei Benutzung größerer Mengen von Barytsalzen) eine Vergiftung herbeiführt.

Und so bleibt denn als die jedenfalls rationellste Reinigungsmethode nur die Filtration übrig.

§ 12. Klärung und Reinigung des Wassers durch Desinfection (Reagentien).

Nach einer Mittheilung des »Engineer« (1885) hat Professor Frankland vergleichende Versuche angestellt, welchen Werth die Klärung durch Beimengung von fällenden Stoffen für die Entfernung der niederen Organismen aus dem Wasser besitzt.*) Zu seinen Versuchen benutzte er Grünsand, Silbersand, Glaspulver, Ziegelmehl, Coke, Knochenkohle und Hammerschlag, die sämmtlich eine gleiche Feinheit des Kornes besaßen, indem sie durch ein Sieb mit 40 Maschen auf den (engl.) Quadratzoll gesiebt wurden. Das zu reinigende Wasser wurde mit diesen Stoffen der Reihe nach und im Verhältnisse von 1 Gramm auf 50 Kbcm. Wasser gemengt und je 15 Minuten lang in Bewegung gehalten. Hierdurch wurde eine bedeutende Verminderung der vorher im Wasser befindlichen kleinen

*) Centralblatt der Bauverwaltung. 1885. S. 443.

thierischen Wesen herbeigeführt und ganz besonders bei der Einmengung der Kohle.

Ein zweiter Versuch desselben Gelehrten, der mit einer 15 Cm. starken Filterschicht aus diesen Materialien angestellt wurde, ergab, daß nur Grünsand, Coke, Knochenkohle und Hammerschlag die kleinen Gebilde beseitigten, daß aber alle diese Filter nach einmonatlicher Benutzung mehr oder weniger ihre Wirksamkeit einbüßten, und zwar ergaben Coke und Hammerschlag die günstigsten, Knochenkohle aber die ungünstigsten Resultate.

Die Härte des Wassers wird durch einen Zusatz von einigen Messerspitzen Soda oder etwas Kalkmilch am schnellsten beseitigt, oder auch (nach dem Patente von A. Cords u. A. Deininger in Berlin) durch einen Zusatz von Eisenvitriol. Ein Zusatz von Kalkmilch ist jedoch bei Trinkwasser nicht empfehlenswerth, weil das Wasser durch Kalkmilch nicht nur von allen mechanischen Beimengungen, sondern auch unter anderen von aller Kohlensäure befreit wird, deren Vorhandensein aber für Trinkwasser unerläßlich ist. Wasser mit großen Mengen von schwefelsaurem Kalke wird am billigsten durch einen Zusatz von kohlensaurem Baryt weich gemacht, das ebenfalls alle Verunreinigungen aus dem Wasser entfernt, bei Trink- und Kochwasser jedoch nicht anwendbar ist, weil die Barytsalze, wie wir bereits im § 11 bemerkten, bei zu großem Zusatze und falls sie in Wasser löslich sind, sehr giftig wirken.

In Nantes benutzt man zur Wasserreinigung Alaun und nimmt auf etwa 10 Kbm. Wasser 1 Kilo Alaun. Nach zuverlässigen Reiseberichten wird dieses Mittel in China von Jedermann benutzt: jeder Chinese soll ein Stückchen Alaun in der Tasche führen, das er vor jedem Trunk einige Secunden

ins Wasser legt. Dieses Mittel beseitigt aber leider auch die Kohlensäure und nimmt dem Wasser seine Frische und seinen angenehmen Geschmack.

Nicht zu empfehlen ist ein Zusatz von Wasserglaslösung zum verunreinigten Trinkwasser, weil hierdurch auch die leicht löslichen Natronsalze in Lösung gebracht werden, die für die Gesundheit nicht sehr zuträglich sind.

Die in Wasser gelösten organischen Substanzen können durch Eisenchlorid beseitigt und fauliges Wasser durch einen kleinen Zusatz von übermangansaurem Kalium trinkbar gemacht werden.

§ 13. Reinigung der Speisewässer für Dampfkessel, besonders mittelst Magnesia nach dem Patente von Bohlig-Heyne.

Das Kesselspeisewasser bildet nach dem Abdampfen auf den Siedewänden der Kessel feste Massen (sog. Kesselstein), wenn es Kalkcarbonat und Kalksulfat (Gips) enthält, und weicheren, leicht auszublasenden Schlamm, wenn es durch Eisenoxyd, Thonerde, Magnesia, Kieselerde verunreinigt ist.

Es wird daher hauptsächlich darauf ankommen, die Kalkverbindungen aus dem Speisewasser zu entfernen. Die bislang angewandten Mittel: Kalkmilch zur Abscheidung von kohlensaurem Kalk, Chlorbaryum zum Zersetzen des Gipses, Aetznatron und Soda — eine Sodalösung mit unterchloridsaurem Calcium zersetzt und mit etwas Terpentinöl und einer Lösung von Natriumbicarbonat versetzt und filtrirt (Patent von B. Spiegel u. Kräuterblüth in Berlin) —, 250 Thl. Bariumcarbonat, 325 Thl. Ammoniumnitrat, 225 Thl. Chlornatrium und 200 Thl. Thierkohle (Patent von Pasquale Alfieri in Neapel) —, 15 Thl. Natriumthiosulfat, 10 Thl. Regenwasser und 10 Thl. Glycerin (Patent von Baudet

in Auzin) u. s. w. — alle diese Mittel sind sehr erfolgreich, wenn sie in richtiger Menge dem Wasser beigemischt werden. Wird aber diese Beimengung nicht sorgfältig vorgenommen, wird zu wenig oder zu viel von diesen Stoffen zugesetzt, so wird die Klärung der Kesselspeisewässer ganz illusorisch. Diese Zusätze erfordern also vor allem, wenn ihre Wirkung befriedigen soll, wegen ihrer Löslichkeit fortwährend die größte Aufmerksamkeit in Bezug auf Menge des Zusatzes und sorgsame Behandlung, also ein geschultes Personal, das leider in den wenigsten Dampfkesselbetrieben anzutreffen.

Der Chemiker Bohlig in Eisenach fand nun in dem Magnesiahydrat ein geeignetes Mittel, die Abscheidung der Kalke, sowohl der schwefelsauren als auch der doppeltkohlensauren, aus dem Wasser herbeizuführen, ohne daß ein etwaiger Ueberschuß von diesem Reagens wie bei den älteren Klärungsmethoden ungünstig wirkt. Der chemische Vorgang bei Zusatz von Magnesiahydrat zum Speisewasser, sowie die Construction und der Betrieb der Reinigungsbatterie werden in der »Wochenschrift des Vereines deutscher Ingenieure« (1883, S. 123 u. ff.) folgendermaßen beschrieben:

Die im Wasser vorhandene freie und halbgebundene Kohlensäure wird durch das Magnesiahydrat absorbirt und es bildet sich einfachkohlensaure Magnesia, während die durch Entziehung der Kohlensäure unlöslich gewordenen kohlensauren Verbindungen von Kalk und Magnesia sich abscheiden.*)

*) Auszug aus einem Vortrage des Dr. Heyne im sächsischen Bezirksvereine deutscher Ingenieure am 20. Januar 1885. Siehe auch: Jahrbuch des sächsischen Architecten- und Ingenieur-Vereines 1883; Mittheilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes, 1883. S. 69; Wieck's »Illustrirte Gewerbezeitung« 1883; S. 382. u. A.

Die gebildete einfachkohlensaure Magnesia setzt sich nun aber wieder mit dem vorhandenen schwefelsauren Kalk (Gips) in leichtlösliche schwefelsaure Magnesia und unlöslichen kohlensauren Kalk um, so daß schließlich im geklärten Wasser nur neben der leichtlöslichen schwefelsauren Magnesia noch diejenige Menge kohlensaurer Magnesia sich befindet, welche keinen Gips mehr zur Zersetzung vorfand.

Zur Ausführung des Magnesia-Reinigungsverfahrens ist nun zunächst genaue Feststellung des Gehaltes an Kohlensäure und schwefelsaurem Kalk im Wasser durch Analyse nöthig.

Bohlig theilt die Wässer bezüglich ihres Verhaltens bei der Reinigung mit Magnesia in drei Classen:

1. Normalwässer, bei denen die freie Kohlensäure und der schwefelsaure Kalk in nahezu gleichen Verhältnissen auftreten;

2. Gipswässer, bei denen mehr Aequivalente Gips als freie Kohlensäure vorhanden und

3. kohlensäurereiche Wässer, bei denen mehr freie Kohlensäure und kohlensaure Magnesia als Gips zugegen sind.

Um die oben erwähnten chemischen Umsetzungen hervorzubringen ist es unbedingt nöthig, die Magnesia in die engste Berührung mit allen Theilchen des zu reinigenden Wassers zu bringen, was man durch fleißiges Umrühren des mit Magnesia versetzten Wassers erreicht; hierauf fußend führte Bohlig das ihm 1877 patentirte Verfahren unter Anwendung von Magnesiumoxyd, oder von basisch kohlensaurer Magnesia in die Praxis ein.

Bei Wässern der ersten Classe bedarf es lediglich des Zusatzes überschüssiger Magnesia und tüchtigen Aufrührens mittelst eines Rührgebläses, um die den Kesselstein bildenden Bestandtheile des Wassers zur Abscheidung zu bringen, während bei der zweiten Classe, den gipsreichen Wässern, das Zuführen

kohlensäurehaltiger Feuerluft durch das Rührgebläse geboten ist. Diese zugeführte Kohlensäure soll den Mangel zur Bildung derjenigen Menge von kohlensaurer Magnesia decken, die zur Zersetzung der ganzen vorhandenen Gipsmenge erforderlich ist. Die kohlensäurereichen Wässer der dritten Classe würden sich bei diesem Verfahren folgendermaßen verhalten. Die vorhandene Kohlensäure bildet mit der Magnesia kohlensaure Magnesia, die bis zu einer bestimmten Grenze löslich ist; da nun die gebildete Menge dieser Verbindung größer ist, als zur Zersetzung des vorhandenen Gipses erforderlich, so gelangt der verbleibende Ueberschuß in Wasser gelöst in den Kessel; bei der Siedetemperatur des Wassers entläßt die einfachkohlensaure Magnesia Kohlensäure und es scheidet sich schwerlösliches Magnesiahydrat, oder ein Gemisch von Magnesiahydrat mit basisch kohlensaurer Magnesia als feiner Schlamm ab, der indessen wenig Neigung zeigt, an den Kesselwänden festzuhaften. Um diese Schlammbildung bei kohlensäurereichen Wässern möglichst zu vermeiden, oder dieselbe wenigstens auf ein ganz geringes Maß zu beschränken, macht sich der Zusatz einer dem Kohlensäure-Ueberschuß äquivalenten Menge Aetzkalk zum Wasser nöthig, wodurch infolge Bildung von unlöslichem kohlensauren Kalke die Erzeugung überschüssiger kohlensaurer Magnesia verhindert wird.

Das Bohlig'sche Verfahren erfordert nun aber einmal sehr große, dem täglichen Bedarfe an Speisewasser entsprechende Klärgefäße und Behälter, Rührgebläse u. s. w., sodann aber ebenfalls genaue Einhaltung bestimmter Vorschriften, die, wenn auch leicht und auf einfachste Weise erfüllbar, doch die Resultate von der Fähigkeit und dem guten Willen des betreffenden Arbeiters abhängig machen. Es lag daher das Bestreben nahe, die Reinigungsarbeiten selbstthätig verrichten zu lassen, und

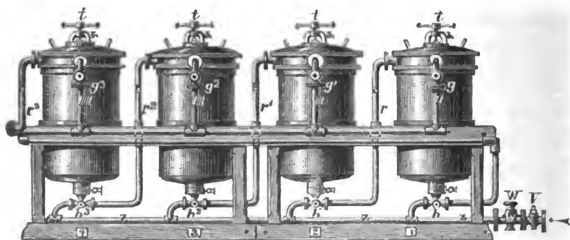
dies ist Dr. Heyne und Bohlig in Leipzig durch Construction ihrer ununterbrochen wirkenden Speisewasser-Reinigungsbatterie zweifellos gelungen.

Dieser Construction lag der Gedanke zu Grunde, daß das beschwerliche Umrühren großer Wassermengen zu ersetzen sein müsse, indem man diese durch vorgelegtes Magnesiahydrat ununterbrochen laufen lasse, und zwar unter der Voraussetzung, das es möglich sei, der Magnesia durch Vermischung mit einem geeigneten Substrat eine möglichst große Berührungsfläche für das durchlaufende Wasser zu geben, welches auf diese Weise gleichzeitig filtrirt erhalten werden könne. Als geeignet hierzu erwiesen sich grobe Säge- oder Raspelspäne: entsprechende Gewichtstheile fein gepulverter Magnesia und Sägespäne werden mit der nöthigen Menge Wasser innig gemischt und die Masse in größere Haufen gebracht, wobei unter Selbsterwärmung Hydratbildung eintritt Das Magnesiahydrat erweist sich nun so fest mit der Faser verbunden, daß es durch mechanische Mittel nicht mehr davon zu trennen ist.

Mit dieser imprägnirten Faser wird die Reinigungsbatterie beschickt. Dieselbe besteht, wie aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich, in der Regel aus vier Cylindern von gleicher Größe, welch' letztere von der größten Wassermenge, die in 12 Stunden die Batterie zu durchlaufen hat, abhängig ist. Die Cylinder haben am Boden je einen Zweighahn, beziehungsweise Wechselhahn, (h, h_1, h_2, h_3), durch welche der Eintritt des Wassers stattfindet; die einzelnen Cylinder werden durch entsprechende Rohranschlüsse (r, r_1 ....) mit einander verbunden und gestatten den Uebergang des Wassers von Cylinder zu Cylinder, während einer der oberen Durchgangshähne (g, g_1 ...) den Abfluß des gereinigten Wassers nach der gemeinschaftlichen

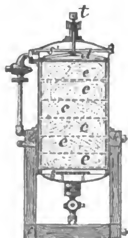
Abflußleitung, beziehungsweise nach einem Sammelbassin oder Vorwärmer ermöglicht.

Fig. 1.



Jeder Cylinder enthält im Innern mehrere übereinander gestellte Etageneinsätze (e, e) mit Siebböden; die Einsätze sind aufeinander dichtend eingestellt, und wird der oberste Einsatz durch ein aufgelegtes Kreuz (d) mit conisch gedrehtem Rande und eine entsprechend starke Gummischnur gegen die Wandung des Cylinders abgedichtet, so daß die im Cylinder unterhalb und oberhalb der Etageneinsätze vorhandenen schädlichen Räume von einander abgetrennt sind, so daß das Wasser also stets gezwungen ist, das in die Einsätze eingelegte Gemenge, die imprägnirte Faser zu durchdringen. Hierbei lagert sich der im Wasser vorhandene Kalk, als Kalkspath (kohlensaurer Kalk) gewissermaßen in die Faser hineinkrystallisirt, ab, so daß er vom durchfließenden Wasser nicht weggewaschen werden kann, und das Speisewasser verläßt die Batterie nicht nur kalkfrei, sondern auch vollständig klar.

Fig. 2.



Der Betrieb der Reinigungsbatterie ist folgender. Aus der gemeinschaftlichen Zuflußleitung tritt das Wasser durch den Bodenhahn in den Cylinder I, von hier nach einander durch die Cylinder II, III und IV in die gemeinschaftliche Abflußleitung. Zeigt nun der Wasserzähler den Zufluß der auf Grund der Analyse zum Verhältnisse der Füllung des Cylinders I berechneten Wassermenge an, so läßt man durch Umstellung der Hähne das Wasser zuerst in den Cylinder II treten, die Cylinder III und IV durchlaufen und entnimmt es schließlich dem inzwischen neu beschickten Cylinder I. Dadurch ist die ununterbrochene Thätigkeit des Betriebes ermöglicht, und es sei noch erwähnt, daß die Füllung der Batterie gewöhnlich so berechnet wird, daß sie sechs Tage lang ununterbrochen arbeiten kann.

Die Reinigung der Normalwässer erster Classe geschieht in der Batterie unter ausschließlicher Anwendung von Magnesiahydrat. Bei den gipsreichen Wässern ist aber eine Abänderung nöthig, die sich indessen hier ungemein einfach gestaltet. Statt, wie oben gesehen, dem Wasser Feuerluft durch die Rührgebläse zuzuführen behufs Bildung der zur Zersetzung des Gipses nöthigen Menge kohlensaurer Magnesia, carburirt man die mit Magnesiahydrat imprägnirten Späne auf Horden, welche von der Feuerluft bestrichen werden; die also carburirten Späne werden dann noch mit Dampf behandelt, dessen Wärme die Bildung wenig löslicher basisch kohlensaurer Magnesia bewirkt. Bei Behandlung der Wässer der dritten Classe würde nun das Wasser neben der leicht löslichen schwefelsauren Magnesia nicht unbedeutende Mengen von einfach-kohlensaurer Magnesia gelöst dem Kessel zuführen, welche, wie wir oben erwähnt, zu einer Schlammbildung im Kessel Veranlassung geben würden. Um dies zu vermeiden, bringen die

Erfinder für solche Wässer die Heißwasser-Reinigung in Anwendung. Der Vorgang hierbei ist folgender:

Einmal verliert das Wasser bei 75° C. alle freie Kohlensäure, ferner einen weiteren Antheil von Kohlensäure des Kalkbicarbonates unter Abscheidung von kohlensaurem Kalke, sofern von letzterem auf 1 Kbm. mehr als 200 Gr. zugegen sind; es ist also dadurch ein großer Theil der Kohlensäure, die zur Bildung von kohlensaurer Magnesia Verwendung finden würde, vor dem Eintritt des Wassers in die Batterie unschädlich gemacht.

Bei etwaigem Gehalte des Wassers an Chlorcalcium würde auch dieses zersetzt, der Kohlengehalt als kohlensaurer Kalk in der Batterie abgeschieden, und das Speisewasser würde die äquivalente Menge Chlormagnesium enthalten.

Die gegen Chlormagnesium mit Recht erhobenen Bedenken können hier nicht als Berücksichtigung verdienend angesehen werden, sofern einer Entwickelung freier Salzsäure bei der Alkalität des mit Magnesia gereinigten Wassers nicht eintreten kann, wofür sich unter anderen auch die Gutachten von Professor Beielstein in Petersburg und Professor Dr. Stohmann in Leipzig aussprechen.

Die Vortheile dieser Reinigungsmethode bestehen nach diesen Autoritäten im wesentlichen in der automatischen, eine peinliche Controle entbehrenden Vornahme der Reinigung, in der Sicherheit, daß nur geklärtes und gereinigtes Wasser in den Dampfkessel geleitet wird, in dem sicheren Schutz der Kesselbleche gegen Corrosion, in dem mäßigen Preise und der vollständigen Ausnützung der Magnesia, in der nur wöchentlich einmal vorzunehmenden Entleerung je eines der Filtercylinder und endlich darin, daß die Apparate wenig Raum einnehmen und wenig kosten.

Der Apparat wird in 7 Größen von den Fabrikanten Heyne und Weickert in Leipzig angefertigt und liefert je nach seiner Größe in 12 Stunden 5—200 Kbm. gereinigtes Wasser. Hierbei muß das Wasser mit der Magnesia in der Reinigungsbatterie bei kalter Reinigung etwa 17 Minuten, bei heißer circa 13 Minuten in Berührung bleiben.

Bei sehr schmutzigem und schlammreichen Wasser (z. B. bei Grubenwasser) erhält der Reinigungsapparat noch ein besonderes Vorfilter, das so eingerichtet ist, daß es nach rückwärts ausgeblasen werden kann. Eine Reinigung dieses Vorfilters ist erfahrungsgemäß nur alle paar Monate nothwendig. Für Trinkwasser-Reinigung ist natürlich dieser Apparat nicht geeignet.

§ 14. Klärung und Reinigung des Wassers durch Filtration.

Da wir in den nachfolgenden Capiteln bei den einzelnen Filtersystemen stets angeben werden, inwieweit sich die Filter auch zur Wasserreinigung eignen, so genügt es hier, die Filtrationsmethoden in Kürze miteinander zu vergleichen.

Zunächst müssen wir uns darüber äußern, was wir unter einer Klärung und was wir unter einer Reinigung des Wassers verstehen. Werden durch die Filtration **nur die gröberen, mechanisch beigemengten, das Wasser trübenden Bestandtheile beseitigt**, so wird das Wasser durch sie nur **geklärt**; kann dagegen das Filter auch **die feineren und allerfeinsten ungelösten Substanzen, die Mikroorganismen**, beseitigen, kann es vielleicht auch, wie z. B. das Kohlenfilter, **einen Theil der ungelösten, chemischen Beimengungen** aus dem Wasser entfernen, so vermag es letzteres zu **reinigen**.

Vom Standpunkt der Hygiene ist es äußerst wichtig, festzustellen, bis zu welchem Grade dieses oder jenes Filter nicht nur die groben und feinen mechanisch beigemengten, im Wasser suspendirten Stoffe, sondern auch die chemischen, im Wasser gelösten zurückhält oder absorbirt. Unseres Erachtens kann man von einem Filter nur die Beseitigung aller mechanisch beigemengten Substanzen — allerdings auch der feinsten und winzigsten, der Keime und Pilze — verlangen, nicht aber auch die Entfernung der gelösten Stoffe. Denn, wäre es möglich, diese letzteren durch einen Filtrirapparat vollständig aus dem Wasser zu schaffen, so müßte man auch aus Urin Trinkwasser filtriren können! — Zwar üben die meisten Filtrirmaterialien eine größere oder geringere chemische Wirkung aus, aber es geht dieselbe über ein verhältnißmäßig bescheidenes Maß selten hinaus. Will man eine große chemische Wirkung auf das Wasser ausüben, so müssen demselben chemische Mittel, Reagentien, wie wir gesehen haben, zugesetzt werden.

Falls bei der Filtration in großem Maßstabe nur eine Wasserklärung von den Filtern verlangt wird, können die mit Sand und Kies gefüllten stets mit Vortheil benutzt werden. Durch zahlreiche Versuche ist festgestellt, daß bei richtiger Anlage des Sandfilters das Wasser vollständig geklärt wird, daß aber die Mikroorganismen nur zum geringeren Theile verschwinden, indem einige mechanisch zurückgehalten, andere aber oxydirt werden,*) und daß endlich die Fäulnißproducte der Ablagerungsbassins nicht zurückgehalten werden.

So gute Resultate also auch mit der Sandfiltration in Bezug auf Klärung des Wassers erzielt worden sind, so ist

*) VI. Rapport der englischen Flußcommission S. 217—281. — Dingler's polyt. Journal, Bd. 236. S. 144 u. 145.

es doch bis heute noch nicht gelungen, durch die centrale Sandfiltration gutes Trinkwasser, d. h. solches zu gewinnen, das völlig keimfrei ist, trotzdem man als Filtrirmaterial sehr reinen und feinkörnigen Sand benutzte und oft genug reinigte und erneuerte. Es ist aber technisch leider unmöglich, so äußerst dichte Filterschichten aus Sand herzustellen, wie sie durchaus nothwendig sind, um selbst Keime und andere winzige Organismen zurückzuhalten.

Zu dieser Unvollkommenheit kommt noch, daß die häufige Reinigung und vor allem die bei größeren Wassermengen erforderlichen, umfangreichen Filterbassins enorme Kosten verursachen. Nun könnte man gegen das letztere einwenden, die große Flächenausnützung der Filterbassins kann dadurch sehr vermindert werden,*) daß man zur Erhöhung der quantitativen Leistung das Wasser mit sehr gesteigertem Drucke schnell durch die Filterschichten führt. Allein der Druck muß der Dichtigkeit des Filtrirmateriales entsprechen, weil letzteres sonst zu stark zusammengepreßt und die abgeschiedenen Substanzen und Beimengungen zu tief in die Filterschicht eingepreßt würden, wodurch das eben geklärte Wasser beim Durchströmen derselben von neuem getrübt und verunreinigt würde. Aus diesem Grunde darf die Höhe des über dem Filtrirmateriale stehenden Wassers nicht zu groß angenommen werden.

Das langsame Durchströmen der Filtrirschichten ist für die Wasserreinigung selbst zwar sehr vortheilhaft, anderseits ist es aber für die Menge des Wassers sehr erwünscht, wenn der Filtrationsproceß möglichst schnell vor sich geht. Endlich erscheint es aus Sparsamkeitsrücksichten geboten, nicht die

*) Wir werden im § 26 einen neuen Versuch zu einer einfachen Verminderung der Bassinsflächen, beziehungsweise Erhöhung der quantitativen Leistung ausführlicher beschreiben.

ganze Wassermenge der Wasserwerke größerer Städte keimfrei zu filtriren, weil der größte Theil derselben nicht zum Trinken, sondern für die Industrie, für die Straßenreinigung, für die Speisung von Fontainen, für die Waterclosets u. s. w. verwendet wird.

Man ersieht aus diesen kurzen Betrachtungen, daß die centrale Sandfiltration selbst für die Reinigung des Wassers im großen verschiedene Mängel zeigt, und daß es daher sehr fraglich erscheint, ob man dieselbe als die rationellste Methode der Großfiltration — wie von so vielen Seiten geschieht — bezeichnen darf.

Alle Filter mit organischen Stoffen (wie: Baumwolle, Schafwolle, Filz, Papier, Leinwand, Schwamm u. s. w.) können eine Klärung des verunreinigten Wassers nur bis zu einem gewissen Grade bewirken. Sie eignen sich vorzugsweise nur für gröbere Filtrationen und haben den Nachtheil, daß sie leicht selbst in Fäulniß übergehen und dieselbe begünstigen. Daher werden z. B. die Filtertücher der Filterpressen nach jeder Füllung gereinigt. Bei anderen Filtrirstoffen ist zwar eine sofortige Reinigung nicht unbedingt nöthig, wohl aber müssen dieselben, besonders bei der Filtration von sehr schmutzigem Wasser, häufig erneuert werden. Hierdurch wird das Stofffilter für den Interessenten recht unbequem, häufig auch recht theuer.

Ganz dasselbe in Bezug auf Reinigung gilt auch von den Asbestfiltern, die vor den vorhergehenden jedoch den Vorzug haben, daß sie das Wasser nicht nur vollständig klären, sondern auch nahezu keimfrei machen. Kohle (Knochen- und Holzkohle), poröse, natürliche und künstliche Steine (Sandstein, Bimsstein, Marmor), Bisquitporzellan, Thon u. dgl. Filtrirmaterialien haben den Nachtheil, daß sich ihre Poren leicht

durch die dem Wasser entzogenen Substanzen verstopfen, die dann leicht in Fäulniß übergehen, beziehungsweise weiterwuchern, wodurch dem Wasser Zersetzungsproducte, Keime, Pilze u. s. w. direct zugeführt werden. Daher müssen auch diese Filtrirmaterialien häufig (bei stark verunreinigtem Wasser alle 8—10 Tage) gereinigt, oder, weil sich dies oft sehr schwierig ausführen läßt, erneuert werden.

Von allen diesen letzteren Filtrirmaterialien muß die geformte (plastische) Knochenkohle (in Verbindung mit der Buchenholzkohle) ohne Frage als das vorzüglichste Filtrum angesehen werden, da sie bei rationeller Verwendung und sorgfältiger Reinigung, beziehungsweise rechtzeitiger Erneuerung ihres hohen Absorptionsvermögens wegen sehr wohl im Stande ist, Trinkwasser von allen ungelösten und auch einem Theil der gelösten Verunreinigungen zu befreien und dasselbe ganz erheblich zu verbessern.

Eisenhaltige Wolle (d. i. reine Scheerwolle mit feinem Eisenüberzuge) und Eisenschwamm (d. h. fein vertheiltes metallisches Eisen, das aus Kiesbränden nach dem Ausziehen des Kupfers gewonnen wird) üben zwar auch eine chemische Wirkung aus, entfernen das Schwefelwasserstoffgas aus dem Wasser, machen es geruchlos und klar und beseitigen einen Theil der organischen Stoffe, Infusorien u. s. w., müssen aber auch, um absorptionsfähig zu bleiben, häufig gereinigt oder erneuert werden, was mit großen Schwierigkeiten verbunden und sehr wenig lohnend ist, und haben den weiteren Nachtheil, daß sie das Wasser bräunlich färben und an dasselbe Eisen abgeben.

Alle diese Stoff-, Gewebe-, Kohlen-, Eisenschwamm- u. s. w. Filter liefern im allgemeinen aber ein sehr geringes Wasserquantum pro Tag, das nur durch Anwendung eines hohen

Druckes oder durch Anlage einer Filterbatterie (d. h. mehrerer neben einander gelegenen und verbundenen Einzelfiltrirapparate) gesteigert werden kann.

Wir müssen uns, in Rücksicht darauf, daß wir uns bei den einzelnen Filtersystemen ausführlich über die Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit aussprechen, hier mit diesen kurzen Vergleichen bescheiden. Sie genügen zur Erkenntniß, daß es zwar zahlreiche Filtrirstoffe giebt, die das Trinkwasser von den meisten gesundheitsschädlichen Beimengungen befreien und erheblich verbessern, daß aber kein einziges ohne Nachtheile ist, daß ferner die Gewinnung eines großen Wasserquantums, wenn man von der centralen Sandfiltration als einer wenig vollkommenen hier ganz absieht, sowie die beständige Reinigung und die häufige Erneuerung der Filtrirmaterialien mit Unbequemlichkeiten und ziemlichen Kosten verknüpft sind.

§ 15. Wie muß ein gutes Wasserfilter beschaffen sein?

Man kann bei den Wasserfiltern zwei Arten unterscheiden und zwar:

1. Wasserfilter, die mit Druck arbeiten und direct in die Wasserleitung eingeschaltet werden. (Größte Leistungsfähigkeit, weil schnelle Filtration.)

2. Wasserfilter, die nicht unter hohem Drucke arbeiten und denen das Wasser durch eine Röhre oder einen Schwimmkugelhahn u. s. w. zugetheilt wird. (Leistungsfähigkeit gering, aber Filtration wirksamer.)

Ein rationell eingerichtetes, gutes, brauchbares Wasserfilter muß folgende Eigenschaften besitzen:

1. Es muß dem Wasser auch im Sommer eine niedrige Temperatur (6—10° C.) bewahren, damit die erfrischende Kohlensäure nicht entweicht.

2. Es muß die Filtrirmaterialien gegen den Zutritt der Atmosphärenluft genügend sichern.

3. Es muß eine möglichst dicke Filterschicht besitzen. (Je mächtiger dieselbe und je langsamer die Filtration vor sich geht, desto wirksamer die Wasserreinigung.)

4. Es muß sein Filtrirmaterial das Wasser mindestens von allen ungelösten gesundheitsschädlichen Beimengungen befreien.

5. Es muß so construirt sein und einen solchen Platz haben, daß man im Stande ist, das Filter leicht und bequem zu reinigen und zu jeder Zeit zu untersuchen.

6. Es muß seine Oberfläche im richtigen Verhältnisse zu dem Quantum des zu klärenden und zu reinigenden Wassers stehen, welches in einem Zeitraume von 24 Stunden verbraucht wird.

7. Es muß in der Anlage und in der Unterhaltung möglichst billig sein.

Außerdem achte man bei der Wasserreinigung noch auf folgende wichtige Punkte:

8. Das Wasser muß, bevor es in die Filtermasse eindringt, möglichst von allen gröberen (mechanischen) Verunreinigungen befreit werden, damit das Filtrum möglichst lange Zeit in Wirksamkeit bleibt. (Daher würde es sich beispielsweise bei einem Kohlenfilter sehr empfehlen, auf den Filterblock und die granulirte Kohle noch ein dichtes Asbestgewebe zu legen.)

9. Das Filtrirmaterial muß möglichst feinkörnig und gesiebt sein, damit es im Stande ist, selbst die kleinsten Organismen zurückzuhalten.

10. Das Filter muß möglichst oft gereinigt und gelüftet, das Filtrum nicht zu selten erneuert werden.

Dies sind die zehn Gebote für die wirksame Wasserreinigung.

Die Leistungsfähigkeit eines Filters ist proportional seiner Oberfläche und seiner Wasserbelastung. Man kann als Durchschnittszahl annehmen, daß ein Quadratdecimeter Filterstoffoberfläche in 24 Stunden 25—30 Liter filtrirtes Wasser liefert.

»Die Nothwendigkeit einer Reinigung tritt bei jedem quantitativ und qualitativ gleich arbeitenden Filter von derselben Filterfläche und Dichtigkeit gleich rasch ein,« schreibt uns eine bedeutende Filterfabrik. »Derjenige Apparat, welcher länger aushält, ist ganz unbedingt im Vergleiche zur Flächeneinheit weniger leistungsfähig, entweder quantitativ oder qualitativ, d. h. er wird weniger stark in Anspruch genommen, oder er ist weniger dicht und gestattet einem Theile der Unreinigkeiten den Durchgang. Die Nothwendigkeit einer Reinigung giebt also den Maßstab für den Werth eines Filtrirapparates.«

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Klärung und Reinigung des Wasser u. s. w. können wir nunmehr zur Besprechung der einzelnen Filterapparate übergehen, und wir wollen zunächst diejenigen betrachten, welche vorzugsweise zur Klärung und Reinigung des Wassers benutzt werden.

II.

Die Sandfiltration.

§ 16. Allgemeines über die Wasserentnahme. *)

Der Bedarf des Trink- und Nutzwassers, welcher durchschnittlich pro Kopf und pro Tag 100—150 Liter beträgt **) kann aus dem Grundwasser und aus meteorischen Niederschlägen, oder aus offenen Gewässern (Bächen, Flüssen, Seen,

*) Handbuch der Architectur, III. Theil, 4. Band, S. 275 und flgd. — v. Kirn, Leitfaden für den Unterricht im Wasserbau. S. 36. — Deutsches Bauhandbuch, III. Theil, S. 110 u. 111. — Mittheilungen über natürliche und künstliche Sandfiltration von C. Piefke. — Kurzer Bericht über die zweckmäßigste und billigste Wasserversorgung großer Städte durch die mechanische Filtration des benachbarten Flußwassers nach dem Systeme der Compagnie générale de filtrage des eaus de la ville de Paris von Amédée David. Hamburg 1877.

**) Die Vertheilung der nöthigen Wassermenge in Prozenten giebt folgende Tabelle, welche dem, vom Verfasser dieses Werkes herausgegebenen »Handbuch des gesammten Straßenbaues in Städten« (Jena 1881) S. 96 entlehnt ist.

Wasserbedarf für:	In Wien (in Prozenten)	In Paris (in Prozenten)	In London (in Prozenten)	im Mittel	
1. Häusliche Zwecke	42·857	50·0	54·0	49	Kbm. pro 1000 Einwohner und pro Tag.
2. Gewerbe und Industrie	17·857	12·0	10·0	13·2	»
3. Reinigung der Canäle	22·857	20·0	25·0	22·6	»
4. Bewässerung der Gärten und Besprengung der Straßen	2·143	4·0	2·5	2·9	»
5. Feuerlöschzwecke	14·286	14·0	8·5	12·3	»

Teichen), oder aus vorhandenen, entweder selbstthätig austretenden, oder künstlich eröffneten Quellen gedeckt werden.

In kleineren Städten und auf dem flachen Lande wird das Wasser in der Regel aus einzelnen Brunnen (mitunter aus gebohrten, artesischen Brunnen) und hauptsächlich aus dem Grundwasser bezogen und zwar direct und ohne besondere Filtration. In Marschgegenden wird häufig Meteorwasser in Cisternen oder Regensärgen angesammelt. Letztere Wassergewinnung empfiehlt sich auch unter Umständen für moorige und sumpfige Gegenden. Größere Städte müssen das zum Trinken und Kochen bestimmte Wasser, falls keine artesischen Brunnen und keine unter dem Grundwasser liegende Entwässerungsgräben vorhanden sind, aus Quellen oder Flüssen (auch aus Sammelteichen und Seen) beziehen. Das Grundwasser in Großstädten zum Trinken zu verwenden, ist nicht rathsam, weil der Boden häufig bis zu großer Tiefe durch Gas, durch schlecht angelegte, nicht wasserdicht gebliebene, oder hergestellte Senkgruben, Canäle, durch Aborte, Stallungen u. s. w. stark inficirt ist und das ihn durchströmende Wasser völlig ungenießbar macht.

Die Flußwasserversorgung hat vor der Quellwasserversorgung den Vortheil der größeren Sicherheit gegen Wassermangel und der Billigkeit, dagegen den Nachtheil, daß das Flußwasser im Sommer zu warm, im Winter zu kalt und meistens verunreinigt ist. Wegen des letzteren Uebelstandes muß das Flußwasser fast immer abgeklärt, häufig sogar durch eine sorgfältige Filtration gereinigt werden, was beim Quellwasser höchst selten nothwendig ist.

Das Wasser fließt den Städten mit dem erforderlichen Drucke entweder selbstthätig zu (sogenannte Gravitations-Leitung), oder es wird vorher durch Maschinen oder Wasser-

räder künstlich gehoben (Pumparbeit), um in Rohrleitungen bis in die höchsten Stockwerke u. s. w. steigen zu können.

§ 17. Die Gewinnung des Grund- und Quellwassers.

Die Gewinnung des Grundwassers erfolgt in horizontal laufenden, bergmännisch hergestellten Stollen oder in gemauerten Canälen, die entweder von allen Seiten geschlossen und mit durchlöcherten Wänden hergestellt sind, oder mit wasserdichten Wänden, aber mit offener Sohle (z. B. Kaiser Ferdinands-Wasserleitung in Wien, Wasserwerk in Danzig); oder sie erfolgt in Röhren aus Beton mit perforirten Wänden (z. B. Wasserwerk von Frankfurt an der Oder), in Gußeisenröhren mit runden (Dresden) oder länglichen Oeffnungen (Hannover, siehe § 38), in Brunnen (Berlin), oder endlich auch wohl in Drainröhren (nicht empfehlenswerth).

Bei wenig tiefer oder sehr tiefer Lage des Grundwassers werden gewöhnlich die horizontalen, bei mittlerer Tiefenlage die verticalen Sammler angeordnet.

Häufig erfolgt die Entnahme zugleich aus dem Grund- und Flußwasser, wenn die Sammler des Grundwassers sich in Nähe von Flußläufen befinden.

Die Quellen werden ebenfalls in Canälen, die unter Umständen an einer Seite Moosfugen erhalten, in Drainröhren, in wasserdicht gemauerten, genügend tief unter das Grundwasser gesenkten, mit offener Sohle versehenen Sammelbrunnen, in Brunnenstuben (Schachten, Gruben, Wasserschlössern) mit quadratischem oder rundem Querschnitte (Altenburg, Quellenleitung zu Frankfurt am Main, Kaiserbrunnen der Wiener Hochquellen-Wasserversorgung im Höllenthale u. s. w.) abgefangen oder durch artesische Brunnen eröffnet, je nachdem

die Quellen in einem Thale hervorquellen oder an einem Abhange zu Tage treten.

§ 18. Die Gewinnung des Teich-, See- und Flußwassers.

Soll aus einem angestauten Teich oder See das Wasser entnommen werden, so wird an einer passenden Stelle ein einfaches, durch ein Schütz o. dgl. verschließbares Rohr (ein sogenannter Mönch) oder ein Rohr in einem massiven Brunnenhäuschen mit vergitterten Einlaßöffnungen angeordnet.

Erfolgt die Entnahme aus einem offenen Wasserlaufe, so darf das Wasser, des Schlammes u. s. w. wegen, nicht am Flußbette, auch nicht direct an den Flußufern geschöpft werden, weil sich dort gewöhnlich die meisten Unreinigkeiten vorfinden, endlich auch nicht unterhalb der Stadt, weil das Flußwasser auf dem Wege durch die Stadt durch Abwässer und Abfälle aller Art sehr verschlechtert wird. Die Wahl des Gewinnungsortes hängt von den localen Verhältnissen ab und muß in jedem einzelnen Falle nach sorgfältigem Studium aller in Betracht kommenden Umstände vorgenommen worden.

Bäche und kleinere Flüsse in schmalen Thälern werden in neuerer Zeit nicht selten durch sogenannte Thalsperren (Verviers, Kusel in der Rheinpfalz, Colombo auf der Insel Ceylon u. s. w.), größere Flüsse auch wohl durch einen quergezogenen Damm aufgestaut. Durch dieses Stauwerk wird dann eine (auch mehrere), gewöhnlich in Lehmschlag eingebettete, mit einem Drahtnetz verschlossene Röhre als Anfang der Wasserleitung gelegt. Diese Anordnung ist einfach und nicht theuer, läßt sich aber nicht überall ausführen und hat den Uebelstand, daß bei zu hohem Stau und also größerer Druckhöhe sich das Wasser durch den Boden neue Wege bahnt, wodurch sich das

Quantum verringert. Der Stau darf daher ein gewisses, von den örtlichen und den Wasserverhältnissen abhängiges Maß nicht überschreiten.

In den meisten Fällen wird aber das Flußwasser, besonders das zum Trinken bestimmte, nicht auf directem Wege, sondern durch künstliche Filteranlagen, in besonderen Fällen auch durch natürliche Filter entnommen.

A. Die künstlichen Filter.

§ 19. Die Klär- und Filterbassins.

Bei dieser Filtrationsmethode wird das zu reinigende Wasser in Bassins durch Sand- und Kiesschichten geführt und in der Regel unterhalb derselben aufgefangen und fortgeleitet.

Die gewöhnliche Anlage eines solchen Filters ist folgende: Das Flußwasser wird (eventuell durch Maschinenkraft) zuerst in sog. Klärbassins gebracht, bleibt hierin einige Tage stehen, um seine gröbsten Verunreinigungen abzusetzen, und wird darauf in die Sandfilter geleitet. Hier durchströmt es die Filterschichten und fließt darauf in die sog. Reinwasserbassins (Vorrathsbehälter), aus welchen es in die Wasserleitungsröhren getrieben und zum Consum gestellt wird.

In den Figuren 3 und 4 ist die Filteranlage der Stadt Altona dargestellt. Aus dem Ablagerungsbassin A fließt das Wasser durch die Röhre a a in das Filter B, gelangt aus diesem durch die Röhre b b in das mit Ventilationseinrichtungen versehene, massiv erbaute, überwölbte und 1—2 Mtr. hoch mit Erde bedeckte Reinwasserreservoir C und strömt durch die Röhre c c der Stadt zu.

Die Ablagerungs- und Klärbassins können gleichzeitig auch als Vorrathsbehälter dienen und erhalten dann eine dementsprechende Größe. Sie werden entweder als einfache Teiche mit Erdböschungen hergestellt, oder als wasserdicht

Fig. 3.



Fig. 4.

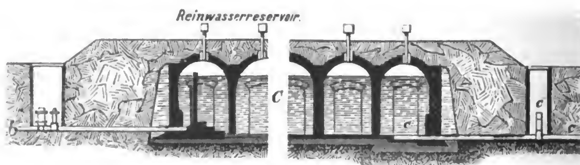


Fig. 5.



gemauerte Bassins. Figur 5 zeigt das Profil des Ablagerungsbassins, Strainers und Einlaßbassins des Altonaer Wasserwerkes. Aus dem Einlaßbassins A, in welches das Wasser durch die Röhre a fließt, gelangt das Wasser bei b in den Strainer, welcher mit groben Filtrirmaterialien gefüllt ist, die die gröbsten Verunreinigungen des Wassers zurückhalten. Durch die Oeffnung c strömt das Wasser alsdann in das Abla-

gerungsbassin C und nach Oeffnung des Verschlusses bei e durch das Rohr d d in das Haupt-Filterbassin.

»In der Anlage kleiner Ablagerungsbassins,« schreibt Piefke (a. a. O. S. 31), »in denen das Wasser vor dem Filtriren einen kurzen Aufenthalt nimmt, kann man schwerlich ein geeignetes Mittel der wünschenswerthen Unterstützung erblicken. Sie dienen im Gegentheile dazu, die Filtration zu erschweren, indem sie durch Entziehung der am besten dazu geeigneten Stoffe die schnelle Bildung einer dichten Decke unmöglich machen. Eine sonstige Veränderung erleidet aber das Wasser nicht.«

Die Filterbassins, die sich am besten in nächster Nähe des Flusses und der Pumpe befinden (weil dort der nöthige Filtersand im Wasser vorräthig), aber auch häufig hoch oben neben dem Reinwasserbassin gelegen sind, zeigen die verschiedensten Constructionen. Entweder wird die Sohle aus Flachschichten hartgebrannter Ziegelsteine in Cementmörtel auf Thonschlag, oder nur aus einer etwa 60 Cm. dicken, festgestampften Thonschicht, oder auch aus einer Cementconcretschicht hergestellt, oder aus hochkantig gestellten, mit einer Plattschicht bedeckten Ziegeln, oder kleinen verticalen, mit Steinplatten lose überdeckten Mauern, oder Drains, oder aus Bögen mit Seitenöffnungen gebildet, oder endlich es werden Canäle aus großen Steinen angelegt, in welche das Wasser leicht gelangen kann.

Die Umfassungsmauern des Bassins bestehen gewöhnlich aus geböschten Ziegelsteinmauern in Cementmörtel auf Thonschlag oder Cementconcret; seltener werden diese Mauern steil aufgeführt. »Ist das Bassin oben offen, so gewähren die steilen Wände die Möglichkeit, eine etwaige Eislage von der Umfassung isolirt halten und dadurch die Filtration auch im

Winter fortsetzen zu können; eine Sicherheit dafür wird indessen für gewöhnlich nur bei überbauten Filtern vorhanden sein.« (»Deutscher Baukalender.«)

Um dieses Gefrieren des Wassers im Winter zu verhindern, sind die verschiedensten Vorschläge gemacht worden und erwähnen wir nur, daß in die Eisenfilter des Antwerpener Wasserwerkes Dampf eingeleitet wird, welcher das Wasser erwärmt.

Auf die Sohle des Filterbassins werden die Filtrirstoffe schichtweise aufgebracht. Ist die Filteranlage eine sehr kleine, so kann man die Filtrirmaterialien ganz zweckmäßig auch auf ein Drahtsieb legen, dessen Poren feiner sind als die einzelnen Sandkörner.

Die Sammlung des Wassers auf dem Boden des Filterbassins geschieht entweder in Thonröhren, welche in einem Abstande von 1—2 Mtr. liegen und durchlöcherte Wandung besitzen, oder in kleinen Sammelcanälen aus Trockenmauerwerk (mit offenen Fugen) u. s. w.

Die Klär- und Filterbassins erhalten außer den Zufluß- und Ablauf- auch noch Ueberlauf- und Entleerungsleitungen. Die Filterbassins werden gewöhnlich nicht überdeckt.

§ 20. Das Filtrirmaterial.

Das fast immer in horizontalen Schichten eingebrachte Filtrirmaterial besteht aus gut gewaschenem, von thonigen Bestandtheilen befreiten Kies und Quarzsand und hat gewöhnlich eine Höhe von 0·9—1·5 Mtr. In diese Schicht dringt der Schmutz des Wassers nur wenige Millimeter tief ein.

Je feiner das Filtrirmaterial ist, desto langsamer muß die Filtration vorgenommen werden, um jede Trübung des

Wassers zu beseitigen, um so wirksamer aber ist die Reinigung. Eine dicke Filterschicht gewährt eine bessere Filtration, hat aber den Nachtheil, daß die Reinigung des Wassers eine längere Zeit beansprucht; eine dünne Schicht gestattet eine größere Filtrationsgeschwindigkeit, muß aber häufiger erneuert werden.

Es hat sich als vortheilhaft erwiesen, die Sandschichten so anzuordnen, daß ihre Korngröße von oben nach unten wächst und das Korn in der obersten (Deck-) Schicht einen Durchmesser von $^1/_3$—1 Mm. besitzt. Die Ansichten der Ingenieure über die Korngröße dieser ersten und wichtigsten Filterschicht gehen sehr auseinander; während einige Sand von weniger als 0·5 Mm. Korn für die Wasserfiltration nicht tauglich halten, fordern andere nur, daß der Sand nicht staubförmig sei und wieder andere, daß nicht mehr als $^1/_8$—$^1/_4$ der Sandmasse aus Körnern von mehr als 1 Mm. bestehe. Dagegen schreibt Piefke (S. 22): »Im allgemeinen wird ein grobkörniger Sand wegen Verminderung der Widerstände vor feinkörnigem den Vorzug verdienen.«

Die sich zwischen den kugelförmig und gleich groß gedachten Sandkörnchen bildenden kleinen Canäle haben bei der Annahme einer Minimalkorngröße von 0·33 Mm. Durchmesser eine Minimalweite von circa 0·05 Mm. Allein, da die kleinsten Organismen im Wasser nur eine Größe von $^1/_{500}$ Mm. besitzen, so sind die Canälchen nicht klein genug, um diese Organismen zurückzuhalten, die also im Wasser verbleiben, falls sie nicht an der Wand eines Sandkornes hängen bleiben, oder auf eine Einklemmungsstelle treffen. (Piefke, a. a. O. S. 19 und 20.)

Auf die Deckschicht, die in der Regel nur eine Dicke von 30—60 Cm. erhält, folgt am besten eine Sandschicht von

Hirsekorngröße (2—4 Mm. Durchmesser), auf diese eine solche von Erbsengröße (4—8 Mm.), hierauf Kies von Haselnußgröße (8—16 Mm.) und endlich solcher von Wallnußgröße (16—32 Mm.), oder eine Packlage kleiner Steine, oder auch Muscheln. Die Stärke dieser unteren Filterschichten schwankt zwischen 0·6—0·9 Mtr., so daß das ganze Filterbett eine Mächtigkeit von 0·9—1·5 Mtr. besitzt. Diese Filtrirmaterialien füllen das Filterbassin bis etwa zur halben Höhe.

A. David schreibt (a. a. O. S. 14): »Die Wahl des Sandes, der selbstverständlich genügend gewaschen ist, um keine erdigen Beimengungen zu enthalten, sowie auch des zu den tieferen Schichten verwendeten Materiales ist von Bedeutung. Es muß gewissermaßen von einer gleichmäßigen Unregelmäßigkeit sein, d. h. die einzelnen Körner von gleicher Größe müssen sich in ihrer Form unterscheiden, um gewissermaßen ein feines Flechtgewebe zu bilden, genügend Raum gebend, damit die Wasserpartikelchen hindurchschlüpfen können und seine rauhe und angefeuchtete Oberfläche den suspendirten Theilen Gelegenheit giebt, sich daran abzulagern, die meistens kleiner im Durchmesser sind, als die von dem Sande gebildeten feineren Canäle. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die schlammigen Theile des Wassers nicht sehr tief in die Sandschicht eindringen, bei einer Wasserbelastung von 1—3 Mtr. meistens nur einige Centimeter.« (Die Schmutzstoffe werden auf der obersten Decke schon in 1 bis höchstens $1\frac{1}{2}$ Cm. Tiefe abgefangen. — Der Verf. d. W.) . . . . .

»In einem künstlichen Filter können daher die unteren Sandschichten nicht mehr als zum Filter gehörig betrachtet werden, d. h. nicht mehr als einwirkend bei der Filtration. Der Zweck ihrer Verwendung besteht hauptsächlich darin, eine genügende, feste Unterlage für die filtrirenden Sandschichten

zu bilden und gleichzeitig durch ihre Attractionsfähigkeit die Wasserpartikelchen herabzuziehen. Doch üben sie nichtsdestoweniger eine gewisse moleculare Attraction auf einige nicht im Sande zurückgehaltene, vor allem organische Stoffe aus. Die Moose, welche diese Steine bedecken, wenn man nach einiger Zeit die gänzliche Erneuerung der Filterschichten vornimmt, liefern hiefür den besten Beweis. Die Ansicht einiger Ingenieure, warmer Anhänger der Sandfiltration, geht dahin, daß diese vegetabilischen Bildungen einen vortheilhaften Einfluß auf die Beschaffenheit des Wassers ausüben, indem sich nach ihrer Ansicht um die Kiesel eine Schicht von Sauerstoff bildet, welche eine Entwickelung fauliger Substanzen verhindert. Eine vielleicht technisch, doch gewiß nicht physiologisch und naturwissenschaftlich zulässige Annahme.«

Die Filterschichten sind auch versuchsweise (z. B. in Glasgow) in umgekehrter Reihenfolge — die grobkörnigen Filterstoffe oben, die feinkörnigen unten — und auch (nach dem Vorschlage von Brownquell) vertical angeordnet worden, doch haben sich beide Einrichtungen auf die Dauer nicht bewährt.

Beim Glasgower Filter sind die Filterschichten so gelagert, daß jede einzelne besonders gereinigt werden kann. Jede Schicht ruht nämlich auf einem Sieb, und es kann der Arbeiter mit Leichtigkeit zur untersten gelangen. Eine solche Anlage ist zwar sehr theuer, doch wird durch sie eine Ansammlung und ein Niederschlagen vegetabilischer Stoffe vermieden (David S. 17).

Die vertical angeordneten Filterschichten, in welche das Wasser von beiden Seiten eingeleitet werden kann, haben den Vortheil, daß sie bei gleichem Wasserquantum einen kleineren Flächenraum beanspruchen, oder bei gleicher Größe ergiebiger sind, doch müssen sie sehr oft gereinigt und erneuert werden

§ 21. Beschreibung einiger Filteranlagen*).

Einen Schnitt durch ein Filterbassin gewöhnlicher Construction stellt Fig. 6 dar. In dem gemauerten Canal A

Fig. 6.

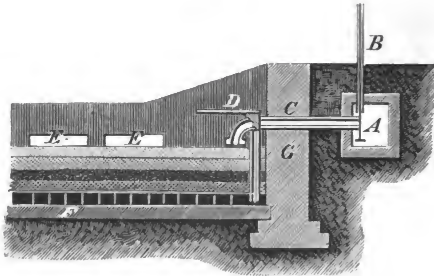
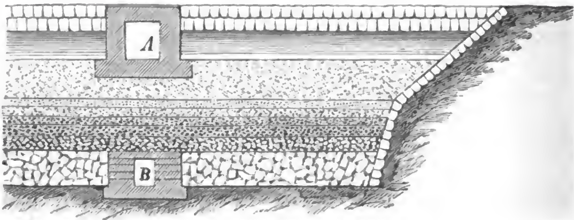


Fig. 7.



fließt das aus dem Flusse u. s. w. gehobene Wasser dem Filter zu. Es gelangt, sobald das Schütz B geöffnet, in das

*) Die Illustrationen dieses Paragraphen, sowie des § 19 sind zum größten Theile den vom Baurath und Professor H. Garbe in Hannover herausgegebenen Skizzenblättern entnommen.

Rohr C und nach Oeffnung des Hahnes D auf das Filterbett E, sickert durch die Sand- und Kiesschichten und fließt geklärt durch die Sammelröhren bei F ab. Durch das Rohr G

Fig. 8.

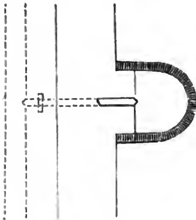


Fig. 9.

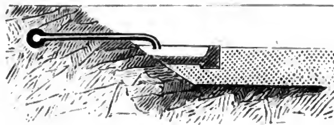


Fig. 10.

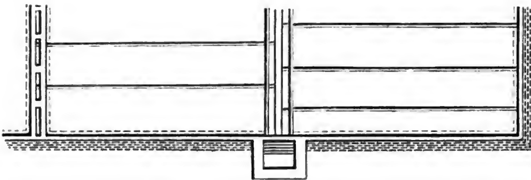
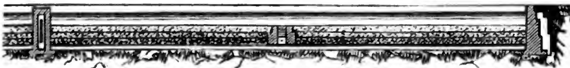


Fig. 11.



kann bei eingetretener Verschlämmung des Filterbettes das Wasser von unten aufsteigend zugeführt werden, um den Schlamm fortzuspülen. Unseres Erachtens kann jedoch diese Filterreinigung nicht empfohlen werden, weil die Fortspülung des Schlammes eine sehr unvollkommene ist (vgl. auch § 24).

Fig. 12.

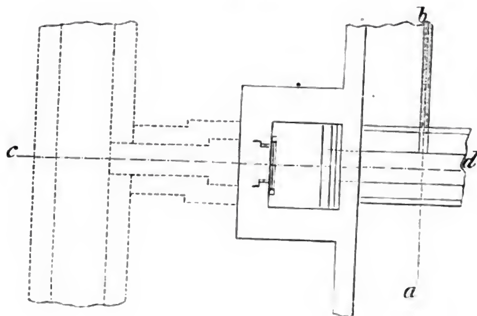


Fig. 13 a.

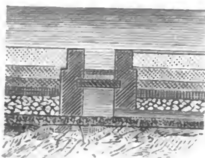
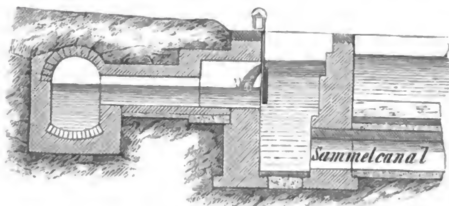


Fig. 13 b.



Dieses Sandfilter ist oben offen und besitzt gemauerte Seitenwände. — Ein englisches Filterbassin, das ebenfalls nicht überdeckt ist und keine gemauerten, sondern nur mit natürlichen Steinen abgepflasterte Seitenwände hat, zeigt die Fig. 7 in Schnitt. Das zu klärende Wasser fließt durch den gemauerten Canal A dem Filterbett zu, während das filtrirte durch B zum Reinwasser-Reservoir geleitet wird.

Interessant ist die in den Fig. 8 und 9 dargestellte Art, wie (in England) das Wasser auf das Filterbett geleitet wird, um ein Aufrühren der obersten feinkörnigen Sandschicht zu verhüten. Das Wasser füllt zunächst ein kleines, in das Filterbett eingelassenes, gemauertes Bassin und strömt dann über die Wände desselben auf den Sand. Fig. 8 zeigt den Grundriß dieser empfehlenswerthen Anordnung, Fig. 9 einen Schnitt derselben.

Die nächstfolgenden Illustrationen veranschaulichen einige Details des Wasserwerkes von St. Louis. In Fig. 10 ist der Grundriß einer Hälfte des Filterbassins und in Fig. 11 der Querschnitt abgebildet. Das Bassin ist ebenfalls nicht überdeckt und besitzt massive Umfassungsmauern. In der Mitte befindet sich der Abflußcanal für das filtrirte Wasser. Dieser endigt in einen gemauerten Brunnen von quadratischem Querschnitt, welcher mit dem Hauptableitungscanal durch einen kurzen Canal in Verbindung steht, der durch ein Schütz geschlossen gehalten werden kann. Das filtrirte Wasser fließt aus dem Sammelcanal in den Brunnen, steigt in demselben empor und strömt, sobald das Schütz geöffnet wird, durch den Verbindungscanal in den Hauptcanal. Fig. 12 zeigt den Grundriß dieses Auslaufbrunnens, Fig. 13 a den Schnitt a b und Fig. 13 b den Schnitt c d durch denselben.

§ 22. Der Filtrationsproceß.

Zumeist erfolgt die Filtration bei diesen künstlichen Sandfiltern von oben nach unten. »Wirksamer ist aber,« schreibt U. Mohr (Die Wasserförderung, S. 15), »die Filtration von unten nach oben, indem hiebei das Reinigungsmittel durch das andringende Wasser stets aufgestoßen und umgerührt wird, so daß immer neue Theile desselben mit dem Wasser in Berührung kommen, während bei ersterer Methode die abzuscheidenden Stoffe sehr bald die oberen Schichten größtentheils zusammensetzen und verschlämmen, worauf das Wasser fortwährend durch ein und dieselben gebahnten Canäle hindurchgeht, ohne sich sehr zu reinigen.« Dies ist theoretisch nicht falsch, in der Praxis aber hat sich die Filtration von unten nach oben auf die Dauer nicht bewährt, und ist es daher sehr rathsam, von dieser Methode abzusehen oder sie nur bei kleinen Hausfiltern anzuwenden.

Die im Wasser herumschwimmenden Organismen u. s. w. setzen sich auf die Oberfläche des Filterbettes als ein schleimiger, filzartiger Ueberzug und dringen in die oberste Schicht — wie bemerkt — nur 10 bis 15 Mm. tief ein. Sie versetzen die Oeffnungen der kleinen, zwischen den Sandkörnern entstehenden Canäle und bewirken dadurch, daß die vielen sehr kleinen, das Wasser verunreinigenden Stoffe, die durch die Canäle entschlüpfen würden, zurückgehalten werden.

Dieser Ueberzug unterstützt also die Filtration in wirksamster Weise und ist in seiner Bildung zu fördern. Es ist deßhalb bei rationellem Filterbetriebe unerläßlich, in den gereinigten Filtern einige Zeit lang das Wasser ruhig stehen zu lassen, damit seine Beimengungen sich auf dem Filterbett ablagern können. Hiernach würde es also besser sein, wie

wir bereits im § 19 hervorhoben, das Wasser nicht erst in eigenen Bassins abzuklären, sondern direct auf das Filterbett zu leiten, damit die zur Bildung des schleimigen Ueberzuges besonders befähigten Beimengungen des Wassers nicht in den Klärbassins zurückgehalten werden können.

»Es ist demnach die eigentliche Aufgabe des Sandes die: den abgelagerten Stoffen, welche die Trennung von Schmutz und Wasser bewirken, als feinmaschige Unterlage zu dienen, wobei die Korngröße nur insofern von einem gewissen Belang ist, als feiner Sand die Bildung der Schmutzdecke erleichtert und sie vollkommen abstützt, während dieselbe bei grobem Materiale wegen der Größe der zu überspannenden Lücken erst mehr Zusammenhang gewinnen muß. Es ist dazu einige Zeit erforderlich und muß deshalb bei grobem Sande das Anfiltriren sehr vorsichtig gehandhabt werden« (Piefke, S. 22).

§ 23. Ergiebigkeit der künstlichen Sandfilter und Maximalhöhe der Wasserschicht.

Das Wasserquantum, das pro Tag durch ein Sandfilter wirksam filtrirt werden kann, hängt ab von der Beschaffenheit des Wassers, d. h. von der mehr oder minder großen Verunreinigung desselben, ferner von der Größe der Filterfläche, von der Wasserdruckhöhe, von der Länge der Betriebsdauer, und Reinheit der Filter und endlich von der Feinheit und Mächtigkeit der filtrirenden Sandschicht.

Je feiner das Material, je geringer der Wasserdruck, desto geringer die Ergiebigkeit, desto wirksamer aber die Filtration.

Bei sehr unreinem Wasser muß ein niedrigerer Wasserdruck und eine geringere Filtrationsgeschwindigkeit angewendet

werden, bei ziemlich reinem Wasser kann die Filtration schnell vor sich gehen und ist dann der Wasserdruck stärker zu wählen. Hiezu bemerkt A. David (S. 14) Folgendes: »Da die Unterhaltungskosten des Filters durch die Ausdehnung seiner Fläche bedingt sind, ist es möglich, dieselben durch vermehrte Belastung zu beschränken d. h. die über dem Filterbett befindliche Wassersäule zu erhöhen. Es hat dieser Ersatz seine sehr bestimmten Grenzen, da bei Ueberschreitung derselben einerseits die Schmutztheile zu tief in die Sandschicht eindringen und in die tieferen Schichten gelangend mit fortgespült werden, anderseits durch stellenweise Durchbrechung der homogenen Schichten weitere Canäle gebildet werden, welche unfiltrirtem Wasser den Durchfluß gewähren.«

»Die Maximalhöhe der Wasserschicht über der Filterfläche,« schreibt der Deutsche Baukalender, »kann zu etwa 80 Cm. angenommen werden; in kalten Lagen hält man zur Sicherheit gegen Störungen durch Einfrieren im Winter eine etwas höhere Schicht für erforderlich. Um das Wasserquantum, welches die Filterfläche liefert, möglichst constant zu halten, muß die Höhe der Wasserschicht dem zeitweiligen Reinheits-Zustande der Filterlage angepaßt werden und deshalb zwischen einem Minimum von nur wenigen Centimetern — bei reinem Filter — und dem Maximum der Höhe von 80 Cm. — bei unreinem Zustande desselben — wechseln.«

Im Durchschnitt kann man bei einer Druckhöhe von etwa 30 Cm. pro Quadratmeter Filterfläche in 24 Stunden eine Ergiebigkeit von 3·5—5 Kbm. rechnen. Kirkwood hält eine in 24 Stunden zu filtrirende Wassermenge von 3·66 Kbm. pro 1 Qm. Filterfläche für die günstigste.

(Die Sandfilter vor dem Stralauer Thor in Berlin geben nach Piefke bei einem Drucke von 50 Cm. mit Leichtigkeit

2·4 Kbm. pro Qm. Fläche und pro Tag; in Zeit der Wasserblüthe erheblich mehr).

§ 24. Die Reinigung der künstlichen Filter.

Die durch längeren Betrieb auf der Filterschicht abgelagerten Stoffe erschweren allmälig den Filtrationsproceß derart, daß selbst bei höchster zulässiger Wasserschicht über dem Filterbett die Ergiebigkeit nicht mehr ausreicht. Daher muß eine Reinigung der Filter in kurzen Zwischenräumen vorgenommen werden.

Da die Schmutzstoffe des Wassers bereits in der obersten Filterschicht abgefangen werden, so ist es nur nöthig, nach einigen Tagen diese oberste Sandschicht auf 1—1½ Cm. abzukratzen. Das herausgeschaffte Material wird nicht durch neues sofort ersetzt, sondern man wartet damit gewöhnlich so lange, bis durch die wiederholte Herausnahme der verunreinigten Deckschicht die oberste Filterschicht so dünn geworden ist, daß der darunter liegende Kies durch das Wasser blosgelegt oder mangelhaft bedeckt ist. Die Erneuerung erfolgt demnach erst dann, wenn die oberste Sandschicht auf etwa die Hälfte ihrer ursprünglichen Dicke (20—25 Cm.) gebracht ist, und zwar entweder mit noch nicht benutztem, reinen Sande, oder (besser und billiger) mit dem herausgeschafften alten, nachdem aus ihm alle Schmutztheile sorgfältig herausgewaschen worden. Diese Reinigung wird erst vorgenommen, wenn der verunreinigte Sand längere Zeit an der Sonne und Luft gelegen hat: hierdurch gerathen die organischen Stoffe in Fäulniß und lassen sich dann leichter herauswaschen.

Die unteren Filterschichten, sowie das Filterbassin selbst müssen natürlich von Zeit zu Zeit auch erneuert, bezw. ge-

reinigt werden. Da diese Reinigung in der Regel mit unfiltrirtem Wasser bewirkt wird, so wird ein kleiner Theil der Beimengungen des Wassers in die tieferen Filterschichten und in die Rohrleitung geführt und dadurch das nachströmende filtrirte Wasser wieder verunreinigt.

Wegen dieser Reinigung sind stets zwei oder mehrere Filterbassins anzuordnen, denn es befinden sich von der Gesammtfläche der Filter circa 30—40 Procent regelmäßig außer Thätigkeit. Diese Reservebassins, deren Größe mindestens $^1/_3$ der in Betrieb befindlichen Filter betragen muß, vertheuern die Filteranlage erheblich.

Die von J. W. Hyatt in New York vorgeschlagene und demselben patentirte Reinigungsmethode besteht darin, daß die eingedrungenen Schlammtheile, überhaupt alle die Theile, welche ein geringeres specifisches Gewicht als das Filtrirmaterial besitzen, durch Wasserstrahlen aufgerührt und die sich über die Filterfläche erhebenden Theile durch einen Wasserstrom abgeführt werden. Zur Erzeugung der Wasserstrahlen dient ein auf der unteren Seite mit Durchlochungen versehenes Rohr, welches durch hydraulischen Druck in der Horizontalebene um eine feste Achse gedreht wird. Ob diese Reinigungsmethode sich auf die Dauer bewähren wird, möchten wir bezweifeln. (Vergl. § 27.)

»Bei einigen Wasserversorgungen mit künstlichen Filterbassins, z. B. in Paily, hat man ein System der Selbstreinigung eingeführt,« berichtet A. David (S. 17). »Das Verfahren besteht darin, daß man einen treibenden Wasserstrom statt wie sonst von oben, jetzt von unten in die Filter dringen läßt und so die von oben nach unten eingedrungenen Schmutztheile auf umgekehrtem Wege zu entfernen sucht; doch wird dieser Zweck nur unvollständig erreicht, da das Wasser nicht

im Stande ist, selbst bei stärkerem Strome eine vollständige Reinigung der oberen Sandschichten zu bewirken. Außerdem verunreinigt das nicht filtrirte Wasser, das hierzu verwendet werden muß, die tiefere Schicht, wodurch späterhin das filtrirte Wasser in seiner Qualität verschlechtert wird«.

§ 25. Vortheile und Nachtheile der künstlichen Sandfilter.

Sand ist ein vorzugsweise mechanisch wirkendes Mittel zur Wasserklärung; er hält — wie wir bereits im § 20 nachzuweisen suchten — die mikroskopischen Organismen und Keime nur theilweise zurück. Ein Theil dieser schädlichen Beimengungen bleibt also im filtrirten Wasser; die Fäulnißproducte der Bassins werden durch die künstlichen Sandfilter nicht beseitigt. Künstliche Sandfilter sind theuer in der Anlage, weil dieselben bedeutende Terrainerwerbungen, umfangreiche Aushebungen, viel Maurerarbeit, sorgfältige Betonirung der Boden der Klärungs-, Filter- und Reinwasserbassins u. s. w. erfordern. Sie haben auch den Nachtheil, daß die ganze Wassermenge der Wasserwerke größerer Städte filtrirt werden muß und ihre Reinigung zeitraubend und betriebsstörend ist. Künstliche Sandfilter haben jedoch den Vortheil, daß das Filtrirmaterial billig ist und wiederholt zur Filtration verwendet werden kann.

§ 26. Filteranlage von E. Cramer.

Ein Uebelstand bei den Sandfiltern ist die bedeutende Ausdehnung derselben, falls eine größere Wassermenge in kurzer Zeit filtrirt werden soll. Die nutzbare Filterfläche sucht Herr Baurath E. Cramer in Brieg ohne Vergrößerung des Filterraumes durch einen Belag aus fünffach übereinander gelegten,

rostförmig durchbrochenen Holztafeln zu bewirken, von welchen die Figuren 14 und 15 einen Theil des Satzes im Längen- und Querschnitt darstellen.

Mit Erlaubniß des Verfassers lassen wir einen Auszug aus einem von Herrn Cramer im »Centralblatt der Bauverwaltung« (1886, S. 43) veröffentlichten Aufsatz über die

Fig. 14.

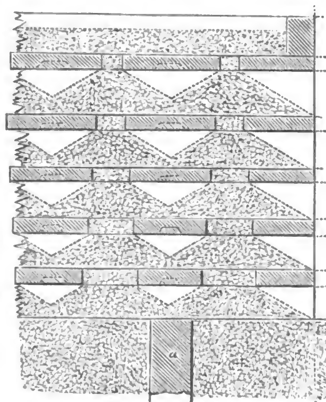
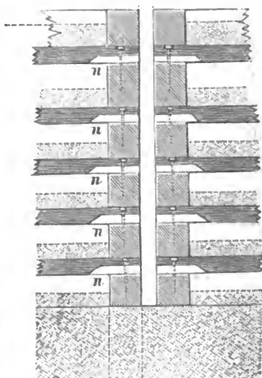


Fig. 15.



»neue Filteranlage des Wasserwerks in Brieg« hier folgen, bei welcher das Cramer'sche System in größerer Ausdehnung zur Anwendung gekommen. — Jede der 1·12 Mtr. im Quadrat großen Holztafeln ist aus 1·2 Cm. starken Brettchen auf 2·5 Cm. starken Leisten mittelst verzinkter Nägel verbunden. Die Brettchen jeder Tafel sind von Mitte zu Mitte 9 Cm. von einander entfernt, während ihr Abstand in der oberen Tafel 14 Mm. und in den unteren allmälig zunehmend 21, 28, 34 und 40 Mm. beträgt. Die Größe dieser Abstände ergab sich als zweckent-

sprechend, und zwar durch einen Versuch, welcher nachgewiesen hatte, daß die durch diese Abstände gebildeten Oeffnungen ausreichend sind, um das Wasser ohne erhebliche Vergrößerung der zur Filtrirung erforderlichen Druckhöhe durch den Sand durchzulassen. Um der unteren Tafel auf der Oberfläche des in gewöhnlicher Weise hergestellten Sandbettes ein festes Auflager zu geben, sind in das Sandbett hochkantige 3 Cm. starke Bretter so eingebettet, daß ihre oberen Kanten in einer wagrechten Ebene liegen.

Nachdem die zu einem Satz gehörigen fünf Holztafeln übereinander gelegt sind, wird auf die obere, mit einer Holzleiste umgebenen Tafel trockener Filtersand geschüttet, bis dieselbe 2 Cm. hoch bedeckt ist und kein Sand mehr durch ihre Oeffnungen hindurchfällt. Der in regelmäßigen Böschungen sich ablagernde Sand hat dann die Zwischenräume der Tafeln, wie die Zeichnung andeutet, ausgefüllt, indem er unter jedem Brettchen eine Zelle von dreieckigem Querschnitt freiläßt. Diese Zellen stehen an jedem Endpunkte durch die in den Brettchen ausgestemmten Oeffnungen n n (Fig. 15) mit dem zwischen je zwei Filtersätzen zu belassenden 1 Cm. breiten Zwischenraum in Verbindung, in welchen das zu filtrirende Wasser von oben eintritt. Nachdem die ganze Oberfläche des Filters besetzt und dasselbe in Betrieb gesetzt ist, erfolgt die Filtration nicht allein auf der die obere Holztafel bedeckenden Sandschicht, sondern gleichzeitig auf sämmtlichen zwischen den Holztafeln gebildeten Böschungsflächen des Sandes, welche letztere in dem vorliegenden Falle im ganzen 3·8 mal so groß sind als die Grundfläche des Filters, so daß die ganze nutzbare Filterfläche annähernd auf das 4·8fache vergrößert wird.

Die Erfahrungen, welche während der ersten Betriebszeit (Anfang August bis Ende October 1885) mit dieser

neuen Filteranlage gemacht wurden, lauten sehr günstig: Das Filter konnte 10 Wochen lang ununterbrochen in Betrieb bleiben und lieferte während der ganzen Arbeitszeit ein tadellos klares Wasser.

§ 27. Hyatt's Wasserfilter.*)

Das von J. W. Hyatt in New York construirte und demselben patentirte Wasserfilter ist ein sog. Kastenfilter, in welchem von einander unabhängige, mit gewellten Böden versehene und mit Sand gefüllte Abtheilungen (B) übereinander angeordnet sind, deren Anzahl sich nach der gewünschten Ergiebigkeit richtet. Diese einzelnen Fächer werden oben und unten von zwei Platten C C_1 (Figur 16) von entsprechender Form gehalten und sind mit centrischen Oeffnungen H versehen, durch welche ein, mit kurzen, horizontal liegenden Rohren a a versehenes Spülrohr I hindurchgesteckt ist.

Das Filtrirmaterial — der Sand — wird nicht direct auf den gewellten Boden gelegt, sondern auf ein Drahtgewebe oder perforirtes Metallblech, das durch einen Drahtstreifen P gehalten wird.

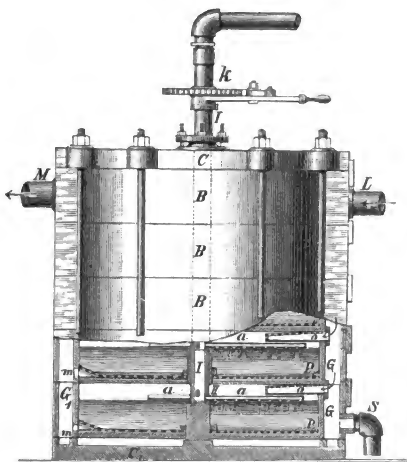
Das unfiltrirte Wasser fließt durch die Röhre L in den zwischen den Fächern und dem Mantel des Filterkastens gebildeten, rechts liegenden Canal G und gelangt durch die Mundstücke o o in die einzelnen Filterabtheilungen, sickert durch das Filtrirmaterial, sammelt sich darauf in dem links liegenden Canal G_1, indem es durch die über den Ausflußöffnungen m m angebrachten kleinen Brücken hindurchfließt und aus den Rillen

*) Dingler's polytechn. Journal, Band 245, Tafel 21.

des gewellten Bodens heraustritt, und steigt in die Röhre M, welcher es für den Gebrauch entnommen wird.

Eine Klärung des Wassers wird durch diesen Apparat in vollkommener Weise und sehr billig erzielt, da in kurzer Zeit große Wassermengen durch ihn filtrirt werden können.

Fig. 16.



Sehr interessant bei diesem Patent ist die Reinigungsmethode. Um die oberen Lagen des Filtrirmateriales auszuwaschen und zu reinigen, sind die kurzen horizontalen Röhren a a an das Verticalrohr I angesetzt. Letzteres Rohr wird nach Abschluß der Oeffnungen L und M zwei- bis dreimal mittelst des Gesperres K herumgedreht, nachdem das Spülwasser in dasselbe geleitet worden. Das Wasser dringt hierbei in kräftigem

Strahle, aber durch die kleinen Röhren a a fein vertheilt, in die oberen, am meisten verunreinigten Theile des Sandes, rührt diese auf und schwemmt die Schmutzstoffe durch die Mundstücke o o in den Canal G, aus dem sie durch das Abflußrohr S abgeführt werden.

Dieselbe Reinigungsmethode will Hyatt auch bei offenen Brunnenfiltern anwenden. Hier soll der Schlamm in gleicher Weise aufgerührt und durch die natürliche Strömung des Wassers entfernt werden; die horizontalen Spülrohre sollen durch hydraulischen Druck bewegt werden und ähnlich wie Rasensprenger wirken. Ob diese Reinigungsmethode von Erfolg sein wird, bleibt fraglich.

§ 28. Fonvielle's Sandfilter.*)

Das Fonvielle'sche Filter im Hotel de Dieu in Paris besteht aus einem Reservoir A, das circa 12·5 Mtr. über dem eigentlichen Filter liegt und mit letzterem durch eine enge Röhre b verbunden ist. Die starken, mit eisernen Reifen umgebenen beiden Filterbottiche C C sind durch Zwischenböden in fünf Fächer getheilt, von denen die in Fig. 17 mit II und IV bezeichneten mit Filtrirmaterialien gefüllt sind, während die drei anderen Abtheilungen leer sind. Fach II ist zu unterst mit feinem Sand oder Kies, dann mit grobem Sand und oben wieder mit feinem Sand in einer Gesammtstärke von circa 25 Cm. angefüllt, während das obere Fach IV diese Filtrirmaterialien in umgekehrter Reihenfolge enthält.

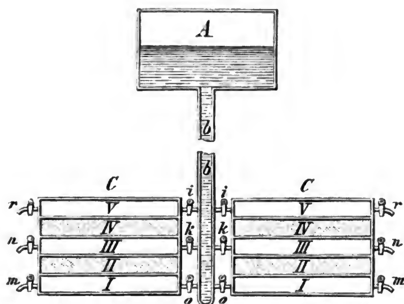
Werden die zwischen dem Fallrohre und den Filtern liegenden Hähne i für die leere Abtheilung V, o für das

*) v. Kirn, Leitfaden zum Unterricht im Wasserbau, S. 16 und Tafel I, Nr. 1.

Fach I geöffnet, so fließt das unfiltrirte Wasser aus dem Reservoir A mit hohem Drucke in diese, strömt theils von oben, theils von unten durch die Filtrirstoffe, und sammelt sich im mittleren Fache III, aus dem es durch die Hähne n n abgelassen werden kann.

Die Filter haben eine Oberfläche von zusammen 1 Qm. und sollen pro Tag wenigstens 50.000 Liter geklärtes Wasser liefern. (?) Sie werden dadurch gereinigt, daß man das Wasser

Fig. 17.



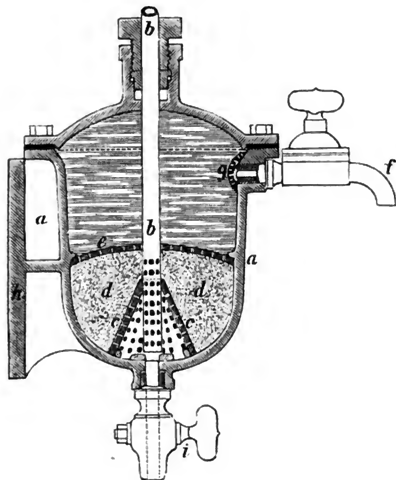
in entgegengesetzter Richtung durch den Sand strömen läßt. Zu diesem Zwecke werden die Hähne i und o geschlossen gehalten und die Hähne k k geöffnet, und es fließt somit das Wasser zuerst in die mittlere Abtheilung III, von wo es durch die Fächer II und IV, alle Verunreinigungen mitführend, in die Abtheilungen I und V strömt und aus diesen durch die Hähne r und m abgelassen wird.

Selbstverständlich muß trotzdem, daß jeden Abend diese Reinigung vorgenommen wird, das Filtrirmaterial von Zeit zu Zeit durch neues ersetzt werden.

§ 29. Selbstthätiges Filter von Kleucker.*)

Das Wasserfilter von C. H. Kleucker in Braunschweig besteht aus einem Gefäße a (Fig. 18), das an einer gußeisernen Platte h befestigt und mit der Wasserleitung durch

Fig. 18.



die, im unteren Ende durchlöcherte Röhre b verbunden ist. Dieses Rohr wird unten von einem perforirten Porzellantrichter in abgestumpfter Kegelform c umgeben, der mit seiner größeren Grundfläche auf dem Boden des Filtergefäßes steht. Der Raum d zwischen dem Mantel des Trichters und dem

*) Dingler's polytechn. Journal Band 236, S. 139, Tafel 14, Figur 10.

des Gefäßes ist mit Kies ausgefüllt, der unten ein gröberes Korn besitzt, das nach oben allmälig in feineres übergeht, und oben mit einer kreisförmigen Porzellanplatte e abgedeckt ist, welche ebenfalls durchlöchert und mit Kies beschüttet ist. Der übrigbleibende Raum des Gefäßes enthält Schlackenwolle.

Wird nun der Hahn f geöffnet, während der untere Hahn i geschlossen bleibt, so fließt das Leitungswasser durch die Oeffnungen der Röhre b in den Porzellantrichter, dringt durch dessen Durchlochungen in den Kies, strömt von unten nach oben durch die Porzellanplatte, filtert weiter durch den daraufliegenden Kies und durch die Schlackenwolle und tritt endlich durch das Porzellansieb g in den Hahn f, aus welchem es zum Abfluß gelangt.

Soll dieses, die Filtration selbstthätig bewirkende Wasserfilter gereinigt werden, so wird der Hahn f geschlossen und i geöffnet, damit das ausströmende Wasser den abgesetzten Schlamm mit sich fortführen kann.

B. Die natürlichen Filter.

§ 30. Der Werth der natürlichen Filter.

Die natürliche Filtration kann nur bei geeigneter Formation der Flußufer in Betracht kommen, und zwar wenn dieselben aus geeignetem Kiesmaterial, Sand und Stein, d. h. aus solchen Materialien bestehen, die im Stande sind, das Wasser zu klären, ohne demselben neue Verunreinigungen zuzuführen, und wenn die Geschwindigkeit des Stromes zur Zeit des Hochwassers groß genug ist, um die am Flußufer sich bildenden Ablagerungen fortzuwaschen, damit nicht in

kurzer Zeit eine Verstopfung der unterirdischen, die Filtration bewirkenden Sand- und Kiesschichten, und in Folge dessen Wassermangel eintritt. Dann wird gewöhnlich ein mit offenen Fugen gemauertes Sammelbassin parallel zum Flußlaufe in unmittelbarer Nähe des Ufers angelegt, oder es werden mehrere Brunnen hergestellt, so daß das Flußwasser, bevor es in diese Sammler gelangt, erst die feinen Zwischenräume der filternden Schichten durchströmt, wobei es einen Theil seiner Verunreinigungen verliert.

»Der gute Erfolg der natürlichen Sandfiltration in dem Stadium, in welchem sie sich gegenwärtig befindet,« schreibt Piefke (a. a. O., 65), »hängt bei großen Leistungen von so weitgehenden und so mannigfaltigen Bedingungen ab, daß sie im Verhältnisse zu der künstlichen Sandfiltration als ein sehr unsicheres Unternehmen bezeichnet werden muß.«

Die schlechten Erfahrungen, welche einige Großstädte, besonders Englands und Frankreichs, mit der Flußwasserversorgung mittelst natürlicher Filtration gemacht haben, mahnen jedenfalls zur größten Vorsicht.

Es wird für unseren Zweck und zum Beweise der Unzuverlässigkeit dieser Filtrationsmethode wohl genügen, wenn wir in nachfolgenden Zeilen eine Beschreibung der interessantesten und bedeutendsten natürlichen Filteranlage, und zwar jener der Stadt Toulouse wiedergeben. Diese Anlage hatte anfangs so großen Erfolg, daß man schon das Problem der Filtration gelöst zu haben glaubte, sie zeigte aber leider sehr bald zwei bedeutende Uebelstände, nämlich Wassermangel und Wasserverunreinigung im Filter selbst.

»Um Toulouse mit Wasser zu versorgen und sich dazu der Garonne zu bedienen, deren Wasser zu gewissen Jahreszeiten sehr trübe und unrein ist,« schreibt A. David (a. a. O.

11 und 12), »grub man in dem, dem Flusse nahegelegenen, angeschwemmten Boden in der Hoffnung, auf diese Weise klares Wasser zu erhalten, ein Bassin, das 14 Mtr. lang, 8 Mtr. breit und 3·10 Mtr. tief war, in der Erwartung, daß dasselbe in der Secunde, um dem Bedürfnisse der Wasserversorgung der Stadt zu entsprechen, 46 Liter liefern würde. Das Wasser drang in dieses Bassin und war von schöner klarer Beschaffenheit, jedoch war die mittlere Menge des gemessenen Wassers nur 13 Liter pro Secunde.

Um nun die genügende Wassermenge zu erlangen, stellte man eine Filterfläche von 1080 Qm. her. Die Qualität dieses Wassers blieb auch zufriedenstellend, nicht so die Quantität, da dieselbe, trotzdem die Filterfläche eine bedeutendere Größe als die erste hatte, nur die doppelte Menge lieferte. Doch bald trat ein anderer Uebelstand hinzu. In dem klaren und filtrirten Wasser entwickelten sich Pflanzen und verunreinigten das Wasser, dieselben vermehrten sich im nächsten Jahre, Reptilien aller Art, Frösche, Schlangen u. s. w. nisteten sich hier ein und, in dem Wasser sterbend und verfaulend, verdarben sie vollständig die Qualität desselben. Das Wasser, das klar und rein in die Filtergalerien gelangte, floß, durch faulende und organische Stoffe verunreinigt, in die Versorgungscanäle. Man war daher genöthigt, einen vollständigen Umbau vorzunehmen, den Boden der Filtergalerie mit einer, durch verschiedene Steinschichten gebildeten, festen Grundlage zu versehen, die Galerien zu überdachen und mit Rasen zu bedecken, und das Wasser so viel wie möglich gegen die atmosphärische Luft abzuschließen, um auf diese Weise wieder besseres Wasser zur Consumtion zu bringen.

Da aber, wie schon oben erwähnt, das Debit dieses Filters in seinen Quantitäten nicht genügte, construirte man

ein zweites Filter, das etwa 10 Mtr. vom Ufer der Garonne entfernt war. Doch war der erzielte Erfolg sowohl in Bezug auf Quantität als auch Qualität ungenügend, weil nur 18 Liter pro Secunde geliefert wurden, und das Wasser von schlammiger Beschaffenheit, ähnlich wie die Uferablagerungen und fast von gleicher Temperatur wie das Flußwasser war, so daß die Entwickelung pflanzlicher Keime nicht verhindert und auch durch angebrachte Drahtnetze nicht zurückgehalten wurde.

Man schuf darauf in demselben Untergrund, in welchem die ersten Filterflächen angelegt waren, eine dritte Galerie, entfernt genug, um die Thätigkeit der ersteren nicht zu beeinträchtigen, von 250 Mtr. Länge. Die Filtrationsfähigkeit war ungefähr gleich dem Ertrage der beiden anderen Filter. mit denen sie durch Entfernung einer künstlich geschaffenen Scheidewand verbunden werden kann. Die Qualität dieses Wassers war gut, die Menge ungefähr gleich der Production beider zuerst erbauten Galerien. Trotzdem blieb auch dieses Filter nicht frei von vegetabilischen Beimischungen, die bis zum Pumpenbrunnen gelangten, und die man hier durch ein dichtes Drahtnetz noch aufzufangen sich bemühte.

Die zunehmende Bevölkerung hat die Herstellung einer vierten Galerie erforderlich gemacht, hauptsächlich wegen ungenügender Production der anderen Filter, die sich in ihrem Debit eher vermindern als steigen, doch genügt auch die Qualität dieses Wassers weder für den häuslichen Bedarf, noch zu technischen Zwecken, wofür die Zahl der mechanischen Filter, die in Toulouse verwendet werden, den Beweis liefern.«

Auch die sehr bedeutenden Filteranlagen von Lyon, welche eine Filterfläche von nicht weniger als 4368 Qm. besitzen, zeigen sich so wenig ergiebig, daß man gezwungen

ist, um die erforderliche, von dem Consum verlangte Wassermenge zu erhalten (20.000 Kbm. pro Tag), das filtrirte Wasser mit dem unfiltrirten zu vermischen.

Aehnliche Klagen über die Unzuverlässigkeit der natürlichen Filter kommen von vielen Städten, und es lassen sich verhältnißmäßig nur wenig Anlagen mit günstig bleibenden Resultaten namhaft machen.

Falls der Wasserspiegel im Sammler nicht erheblich unter das Niveau des Flusses gesenkt wird, gelangt außer dem Flußwasser auch das Grundwasser in mehr oder minder großer Menge in das Filter, und es deckt sich alsdann diese Wassergewinnung mit der Grundwasserversorgung.

Die natürliche Filtration hat vor ihrer Nachahmung, der künstlichen, den allerdings nicht unwesentlichen Vortheil, daß sie erheblich billiger ist. So z. B. haben die natürlichen Filter zu Lyon nur circa 150 Francs pro Quadratmeter Filterfläche gekostet. Auch erspart man bei ihnen die Reinigung und Erneuerung der filternden Sand- und Kiesschichten, weil diese das Hochwasser des Flusses besorgt.

Da aber der Fluß in trockener Jahreszeit sehr wenig Wasser führt, mithin auch die Ertragsfähigkeit der natürlichen Filter gerade in dieser Zeit des stärksten Wasserverbrauches eine sehr geringe ist, da ferner das sie bildende Filtrirmaterial nicht im Stande ist, die feineren mechanischen Verunreinigungen und organischen Substanzen des Wassers zurückzuhalten, da endlich nur — wie oben bereits hervorgehoben — bei gewisser Beschaffenheit des Flußufers und des benachbarten Terrains ihre Anlage möglich ist, so wird es sich empfehlen, diese Filtrationsmethode möglichst selten anzuwenden und statt ihrer lieber die zwar theurere, aber sicherere künstliche Sandfiltration zu wählen.

§ 31. Die Brunnen.

Die Brunnen sind die künstlich geschaffenen Abflußstellen der natürlichen Filter. Ihre Tiefe hängt von der Schichtung des filtrirenden Materiales ab. Je größer die beanspruchte Wassermenge, desto kleiner muß der Saugekreis des Brunnens, d. h. das Gebiet der wasserführenden Kies- und Sandschichten, und desto größer muß der Durchmesser oder die Tiefe des Brunnens sein, wenn festgestellt ist, daß die tieferen Bodenschichten wasserführend sind.

In die aus Ziegelsteinen (häufig Hohlsteinen), aus Bruchsteinen, seltener aus Holz, Eisen oder steinernen Schalen hergestellten, gewöhnlich 1·0—3·0 Mtr. weiten Brunnen fließt das Grundwasser in der Regel durch die Brunnenwandung und zugleich auch durch die Brunnensohle. Daher sind diese Sammelbrunnen mit offenen Fugen gemauert. Sie erhalten zu ihrer Verstärkung nur in gewissen Abständen Ringe mit dichter Wandung. Quellwasserbrunnen dagegen, die tief und durch das Grundwasser hindurchgeführt werden müssen, werden mit hydraulischem Mörtel aufgemauert und dadurch noch in verstärkten Maße wasserundurchlässig gemacht, um das unreine Grundwasser von ihnen fernzuhalten, daß man sie außen noch mit einer, mindestens 30 Cm. dicken Thonschicht umkleidet und innen mit einem starken Cementputz versieht. Eine wasserdichte Mauerung und äußere Thonumkleidung wird aber auch bei den Grundwasserbrunnen stets vorgenommen, wenn sie in der Nähe von Aborten u. s. w. liegen, wenn also nur Wasser aus tiefer gelegenen Schichten gesammelt wird. Der Wasserzufluß erfolgt dann lediglich von unten durch die Brunnensohle (Berlin, Dresden, Elberfeld, Prag u. s. w.), und darf nicht so stark sein, daß der die Sohle bildende Sand

oder Kies in Bewegung geräth und eine Auswaschung der Sinkstoffe stattfindet.

Um letzteren Uebelstand zu verhüten, ist die Brunnenweite bei reichlicher Wasserentnahme nicht zu gering zu bemessen; außerdem empfiehlt es sich, auf die Brunnensohle eine Lage feinen Sandes von circa 1·0 Mtr. Dicke, darüber groben Sand und auf diesen Kies (letztere beiden Schichten nur, um den feinen Sand gegen Aufwirbeln zu schützen) aufzubringen, wodurch einmal der Widerstand vermehrt, zweitens aber auch das von unten zufließende Wasser nochmals filtrirt wird. Natürlich verschlämmen auch diese Filtrirstoffe nach einiger Zeit und sind dann durch Ausbaggerung zu beseitigen und durch neue zu ersetzen.

Die zuläſſige Geschwindigkeit des in die Brunnensohle einfließenden Wassers läßt sich theoretisch leicht feststellen. In einem älteren Jahrgange des »Deutschen Baukalenders« findet sich eine bequeme Formel hierfür aufgestellt, die man auf folgendem Wege herleitet.

Der Druck P, welchen ein Sandkörnchen von der Projectionsfläche f durch den Wasserzudrang erleidet, ist annähernd:

$$P = 1{\cdot}5 \;.\; f \;.\; \frac{v^2}{2g} \qquad (g = 9{\cdot}81)$$

das Gewicht G des kugelförmig gedachten Sandkornes vom Durchmesser d und dem specifischen Gewichte γ ($= 2{\cdot}5$) ist:

$$G = \frac{1}{6} d^3 \pi \;.\; \gamma$$

Daher ist zum Gleichgewichte erforderlich, daß die Eintrittsgeschwindigkeit v des Wassers der Bedingung genügt:

$$1{\cdot}5 \;.\; \frac{d^2 \pi}{4} \;.\; \frac{v^2}{2 \;.\; 9{\cdot}81} \leqq \frac{1}{6} \;.\; d^3 \;.\; \pi \;.\; 2{\cdot}5$$

Löst man diese Gleichung für v auf, so erhält man:

$$v \leq 4{\cdot}5 \sqrt{d} \text{ in Meter.}$$

Es muß v jedenfalls erheblich unter diesem Werthe bleiben. Die für den Eintritt des Wassers in eine Fläche f verbleibende Querschnittsgröße f_1 ist unter der Annahme, daß die Sandkörner Kugeln sind: $f_1 = 0{\cdot}215\ f$.

Fließt das Wasser durch den Brunnenmantel ein so kann auch hier leicht der Sandzutritt verhindert und zugleich das Grundwasser von neuem geklärt werden, wenn man den Brunnen aus zwei (oder mehreren) ineinandersitzenden, durch Zwischenräume getrennten Cylindern herstellt und die Zwischenräume mit Kies u. dgl. ausfüllt.

So z. B. sind die Brunnen der neuen Wasserwerke von Berlin am Tegeler See, die einen inneren Durchmesser von 1·6 Mtr., einen äußeren von 4·3 Mtr. und theilweise eine Tiefe von 24 Mtr. haben, mit doppelten Hohlsteinwänden von je 55 Cm. Stärke aufgeführt, so daß also der mit Filtrirmaterialien ausgefüllte Zwischenraum zwischen beiden Wänden 85 Cm. beträgt. Die Brunnen der Berliner Wasserwerke am Hippodrom haben einen äußeren Durchmesser von 3 Mtr. und eine Tiefe von 12 Mtr. und bestehen aus zwei Cylindern von je 12½ Cm. Wandstärke, die durch eine starke Kiesschicht getrennt sind.

§ 32. Der Brunnen auf dem Hofe des Reformatorenforts zu Posen.*)

Um das Wasser des Forts, das eine weißliche, getrübte Farbe zeigte, sonst aber ohne Geruch und Beigeschmack war,

*) v. Kirn, a. a. O. S. 27 und Tafel I. Figur 4.

zum Trinken geeignet zu machen, wurde neben dem Brunnen ein Filtrirschacht A (Fig. 19) und ein Schöpfbrunnen B angelegt. Der Filtrirschacht wurde mit Sand und Kohle in abwechselnden Lagen von etwa 40 Cm. Stärke angefüllt. Die unterste Schicht, aus Sand bestehend, ruhte auf einer durchlöcherten, circa 7·5 Cm. starken Holzunterlage, welche mit einer

Fig. 19.

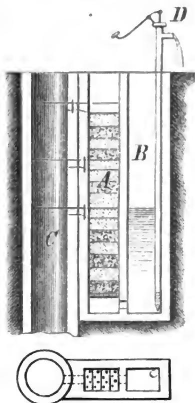
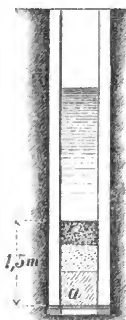


Fig. 20.



Filzplatte belegt wurde, die zur Verhinderung des Sanddurchtreibens und des Verstopfens des Filzes noch zwischen zwei perforirten, dünnen Gußeisenplatten eingeschlossen war. In Höhe des niedrigsten, mittleren und höchsten Wasserstandes enthielt das Mauerwerk zwischen C und A mit einem Gitter verschlossene Oeffnungen von etwa 25 Cm. im Quadrat, um das Wasser auf das Filterbett zu führen, die mit Ausnahme der obersten mittelst Klappen geöffnet und geschlossen werden

konnten. Diese Wassermassen filterten von oben nach unten durch den Filterschacht und flossen durch ein weiteres, am Boden des Schachtes sitzendes Gitterwerk in den Schöpfbrunnen B, aus dem sie durch die Pumpe D für den Gebrauch gehoben werden konnten.

§ 33. Das Filter im Brunnen auf der Citadelle zu Spandau.

Einfacher wurde die Filtration bei diesem Grundwasserbrunnen und zwar dadurch bewirkt, daß man auf den Brunnenkranz (Figur 20) ein Drahtsieb a legte und dieses mit Kies, dann mit Sand und obenauf mit Kohle in einer Gesammthöhe von etwa 1·5 Mtr. bedeckte. Das Brunnenwasser filterte von unten nach oben und verlor hiebei seinen modrigen Geruch und Geschmack. (v. Kirn, a. a. O. S. 17 und Tafel I Figur 5.)

§ 34. Der Brunnen in Kosen.

Der Brunnen in Kosen besteht aus zwei getrennten Cylindern, die durch einen, mit Sand und Kohle in abwechselnden Lagen von circa 0·5 Mtr. Dicke angefüllten Behälter verbunden sind. Dem einen Cylinder fließt das verunreinigte Wasser zu, strömt dann durch das Filtrum und in den zweiten Cylinder — den Sammelbehälter, aus welchem es durch die Pumpe gehoben wird.

§ 35. Die Filterkörbe der Rohrbrunnen.

Am unteren Ende des Brunnenrohres befindet sich die ringsherum mit einer Anzahl eingebohrter Löcher versehene Saugöffnung, welche mit einem, mit Zinn abgelötheten Siebe

von sehr feiner Metallgaze umgeben ist, welches ein Einschwemmen von Sand und somit ein Nichtschließen der Ventile verhindern soll. Die Saugelöcher beginnen erst in einer Höhe von etwa 30 Cm. über dem unteren Brunnenrohrende, wodurch ein kleines Gefäß gebildet wird, in welchem sich Sand absetzen kann. Liegt das Rohrende in feinem Triebsande, so wird das Metallsieb doppelt um die Saugeöffnung gelegt und noch mit einer Zink- oder Kupferhülse umgeben, die eine große Anzahl kleiner Oeffnungen besitzt. Diese Metallhülse ist bei Kiesboden zu entbehren.*)

Einen beweglichen Filterkorb hat Professor Sonne in Darmstadt (1879) erfunden. Derselbe ist von dem Ingenieur Smreker in Frankfurt a. M. verbessert worden und »für den nicht seltenen Fall construirt, daß der Untergrund aus einem Gemisch von groben und sehr feinen Sanden besteht. Wenn man in solchen Boden einen mit verhältnißmäßig weiten Eintrittsöffnungen versehenen Korb in gewöhnlicher Weise versenkt und in diesen einen zweiten, mit dichtem Drahtgewebe umkleideten, zum Ausheben eingerichteten kleineren Filterkorb einfügt, so werden während des sog. Auspumpens des Brunnens und während der ersten Jahre des Betriebes die feineren Sandkörnchen zwar ihren Weg in den Raum zwischen beiden Körben finden, von dem feinen Gewebe aber zurückgehalten werden. Sie schlagen sich nieder und sammeln sich in einem mit Boden und dichten Seitenwandungen versehenen Hohlcylinder, einem sog. Sumpf, welcher nach unten hin den Abschluß des äußeren Korbes bildet. Aus diesem müssen sie von Zeit zu Zeit entfernt werden, zu welchem Zweck durch den Boden des inneren Korbes das Saugrohr einer Hülfspumpe geführt werden kann.

*) Blum, der Rohrbrunnen. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. 1871.

Durch die Thätigkeit dieser Pumpe läßt sich voraussichtlich auch eine Reinigung des bezeichneten Korbes bewerkstelligen, ohne daß es erforderlich wäre, den Korb auszuheben. In dieser Reinigungsvorrichtung und in einer eigenthümlichen Lochung der Wandungen des äußeren Korbes bestehen die oben angedeuteten und patentirten Verbesserungen der Construction.

Die in gedachter Weise stattfindende gründliche Entfernung des feinen Sandes aus der nächsten Umgebung der Filterkörbe muß bei den Rohrbrunnen mit beweglichen Körben eine allmälige Steigerung ihrer Ergiebigkeit zur Folge haben; dieselben besitzen aber noch andere, nicht minder gute Eigenschaften und zwar erstens, daß mit ihrer Hilfe auch aus Schichten, welche in mäßigen Tiefen liegen, aber neben groben viel feine Bestandtheile haben, eine ausgiebige Wassergewinnung zu bewerkstelligen ist, so daß unter Umständen an Brunnentiefe erheblich gespart werden kann, und zweitens, daß die beweglichen Filterkörbe bei der Erweiterung größerer Wassergewinnungsanlagen ausgehoben und für neue Brunnen verwendet werden können, nachdem der Boden gehörig entsandet ist. Es kommt noch hinzu, daß man dem oben Gesagten zufolge bei geringeren Tiefen die Bildung von Eisenoxydhydrat in dem gewonnenen Wasser weniger zu befürchten hat, als bei größeren.«*)

Solche Rohrbrunnen mit beweglichen Filterkörben sind in neuester Zeit mehrfach zur Ausführung gebracht.

§ 36. Die Ergiebigkeit der Filterbrunnen und einige Schlußbemerkungen.

Pro Quadratmeter Brunnenfläche und innerhalb 24 Stunden rechnet man in der Regel nur auf eine Ergiebigkeit

*) Sonne, Neues über Grundwassergewinnung. Wochenblatt für Baukunde. 1886. S. 77.

von 1—3 Kbm.; in einzelnen günstigen Fällen kann dieselbe auch 6—12 Kbm. betragen. Sie ist am geringsten gewöhnlich im Hochsommer nach langer Trockenheit und anhaltender Hitze und im Winter nach lang andauernder Kälte. (Ein Brunnen des Berliner Wasserwerkes zu Tegel — siehe § 31 — liefert bei einem Wasserstande von etwa 17 Mtr. und einer Senkung des Wasserspiegels von circa 1·6 Mtr. stündlich bis zu 185.000 Liter.) Müssen große Wasserarme abgefangen werden, so sind mehrere Brunnen (unter Umständen 4—5 neben einander) anzulegen.

Damit das Wasser dem schädlichen Einfluß von Licht und Außenluft entzogen und im Sommer nicht zu warm, im Winter nicht zu kühl wird, müssen die Brunnen oben mit einer Bretterlage bedeckt oder mit einem metallenen Verschlußdeckel versehen werden.

Befindet sich das zu fördernde Wasser in bedeutender Tiefe, so daß weder Sammelbrunnen noch Sammelcanäle angelegt werden können, so ist es für die Wassergewinnung besser, eine andere Gegend mit günstigeren Bodenverhältnissen aufzusuchen als die unsichere Erschließung der unterirdischen Wässer durch gebohrte artesische Brunnen zu versuchen, weil deren Ergiebigkeit nur bei gewisser Beschaffenheit und Lage der Bodenschichten u. s. w. dauernd den Erwartungen entspricht. Die Herstellung artesischer Brunnen kostet viel Geld, und selbst Brunnen mit anfangs großer Ergiebigkeit mußten häufig außer Betrieb gesetzt werden, weil sie zugeschlämmt oder die Wasseradern versiegt waren.

§ 37. Die Sammelröhren und Canäle.

Um das Einschwemmen von Sand zu verhindern, müssen die Röhren und alle Oeffnungen der Canäle ebenfalls mit

Steinschlag oder Kies in 30—40 Cm. Stärke umpackt werden, der nach außen hin in Sand übergeht und zugleich eine Klärung des zuströmenden Wassers herbeiführt. Damit das Grund- oder Quellwasser diesen Sammlern mit nur ganz geringer Geschwindigkeit zufließen kann, werden die horizontalen Leitungen möglichst lang und mit nicht zu kleinem Querschnitte angeordnet. (Drainröhren erhalten einen Durchmesser von 8—15 Cm., Sammelröhren aus Thon und Gußeisen eine Weite von 30—60 Cm., Filtergänge mit offenem Boden eine Breite von 60 und mehr Centimeter und eine Höhe von 90 Cm., unten offene Canäle eine Weite von mindestens 50 Cm. u. s. w. Die Canäle der Kaiser Ferdinands-Wasserleitung zu Wien haben eine Breite von 1·6 Mtr. und eine Höhe von 5·1 Mtr., die des Wasserwerkes zu Danzig dagegen nur eine Weite von 0·47 Mtr. und eine Höhe von 0·62 Mtr.)

Die Ergiebigkeit der horizontalen Sammler ist abhängig von dem Wasserreichthum des Terrains und auch von der Tiefe in welcher sich die Sammelröhren und Canäle befinden. Die meistens in Rechnung gezogene Durchschnittsmenge pro Tag und pro Quadratmeter des Umfanges oder — bei wasserdicht gemauerten Wänden — der Einlaßfläche der Sohle beträgt 5—6 Kbm. (in einigen günstigen Fällen bis 15 Kbm.). Ist ein großes Wasserquantum zu gewinnen, so können die Drainröhren, die meistens nur in 1·0—1·5 Mtr. Tiefe verlegt werden, nicht mehr genügen. Das aus ihnen gewonnene Wasser ist gewöhnlich auch stark verunreinigt.

§ 38. Die Sammelröhren und der Hauptbrunnen des neuen Wasserwerkes zu Hannover.*)

Häufig geht von der Brunnensohle ein System von durchlöcherten Sammelröhren aus, welches die einzelnen Wasseradern auffaugt und in den Brunnen leitet. Diese Methode ist bei dem neuen Wasserwerke von Hannover zur Ausführung gekommen.

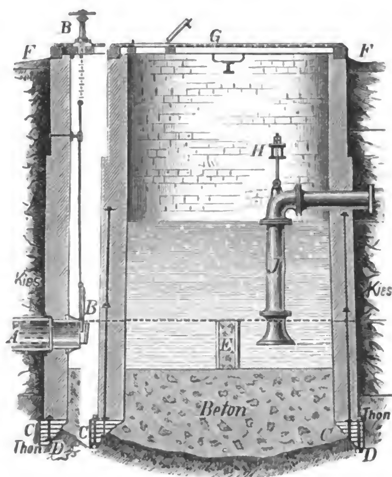
Das Wasser aus dem Leinethal beim Dorfe Ricklingen wird hier durch einen Sammelrohrstrang von 918 Mtr. Länge und 80 Cm. lichter Weite aufgesaugt, der aus gußeisernen Röhren von je 2 Mtr. Länge, 13 Cm. Muffentiefe und 1·5 Cm. Wandstärke besteht, welche mit 12 Reihen von je 13 Schlitzen (10 Cm. lang und an der Außenfläche des Rohres 1 Cm., an der Innenfläche 2 Cm. weit) versehen sind. (Fig. 21, A.) Diese Sammelröhren sind mit Steinschlag aus reinem, eisenfreien Sand in 1·10 Mtr. Stärke umhüllt, auf welchem in Höhe von 0·4 Cm. sich grober, gesiebter Kies befindet. Der übrigbleibende Raum der Baugrube ist mit dem an Ort und Stelle gefundenen Kies bis 0·30 Mtr. unter Terrain und der Rest mit einer Lehmschicht ausgefüllt, welche mit gutem, mit Klee gemischten Grassamen besäet ist.

Das Sammelrohr mündet mittelst eines eingemauerten Stutzens mit Schützeinrichtung (Figur 21, B) in den Hauptbrunnen, welcher oben auf 3·3 Mtr. Tiefe 6·0 Mtr., unten auf 8 Mtr. Tiefe 6·4 Mtr. weit und aus Klinkermauerwerk in Cementmörtel aufgeführt ist, das in dem unteren Theile 3 Stein

*) Auszug aus dem Aufsatze von Baurath Berg, Das neue Wasserwerk der Königl. Residenzstadt Hannover. — Zeitschr. des Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover. Bd. 26. 1880. S. 189 u. flgd. Tafel 814.

(0·77 Mtr.), im oberen $2\frac{1}{2}$ Stein (0·64 Mtr.) stark ist. Der Brunnenkranz (C) besteht aus 6 Lagen Buchenholzbohlen von je 9·7 Cm. Stärke und ist 0·582 Mtr. hoch, oben 0·8 Mtr., unten 0·1 Mtr. breit; am unteren Ende ist ein 1·8 Cm. starker, 10 Cm. breiter Schmiedeisenring (D) festgeschraubt. Die

Fig. 21.



Unterkante des Kranzes reicht 1·2 Mtr. in die unter dem Kieslager stehende, undurchlässige Thonschicht hinab und ist nach vollendeter Absenkung mit einer 2·5 Mtr. starken Betonschüttung gegen die Wässer, welche über die Thonschicht streichen, abgeschlossen. Auf dieser Betonlage ist quer durch den Brunnen eine 0·5 Mtr. starke, 1·4 Mtr. hohe Mauer (E) hergestellt, welche verhindert, daß die aus dem Sammelrohre etwa in den

Brunnen gelangenden Sandtheilchen sich über die ganze Brunnensohle verbreiten, durch die von den Pumpen ausgehende Bewegung des Wassers aufgerührt werden und dadurch in die Pumpen selbst gelangen können.

Die Oberkante des Betonbodens liegt 1·65 Mtr. über der Oberkante des Brunnenkranzes, so daß die Lichthöhe des Brunnens 9·65 Mtr. beträgt. Oben ist der Brunnen durch einen Sandsteinkranz (F) abgeschlossen und mit einem, in einem Falze desselben ruhenden, durch Eichenholzbalken unterstützten Bohlenbelage abgedeckt (G).

In das Brunnenmauerwerk sind 2 gewalzte I-Träger eingefügt (H), an welchen die 50 Cm. weiten, 0·5 Mtr. unter die tiefste Absenkung des Wasserspiegels reichenden Saugrohre (J) für die 4 Maschinen aufgehängt sind. Von diesen Maschinen wird das Wasser auf den Lindener Berg in das Hochreservoir (von circa 11000 Kbm. Inhalt) gepumpt, aus welchem es mit genügendem Drucke zur Stadt fließt.

§ 39. Verwendung von Sand und Kies zur Vor- bezw. Nachfiltration von Flüssigkeiten.

Mit Vortheil kann Sand und Kies zur Vorfiltration von trübem Wasser und anderen Flüssigkeiten benutzt werden, um durch diese erste, rein mechanisch wirkende Filtration die gröberen verunreinigenden Bestandtheile zu entfernen. Das Nachfiltriren, durch welches die gelösten organischen Stoffe, sowie Salze, Gips, kohlensaurer Kalk u. s. w. und alle feineren Beimengungen, die Sand und Kies nicht zurückzuhalten vermögen, beseitigt werden sollen, geschieht dann mit einem anderen, geeigneten Filtrum, z. B. mit Knochenkohle. Solche Sand-Kohlenfilter sind vortrefflich geeignet, um das unklarste Wasser —

selbst Sumpfwasser, welches mit Fäulnißstoffen angefüllt ist, klar zu filtriren und genießbar zu machen. Diese Combination hat auch noch den wesentlichen Vortheil, daß die Knochenkohle eine viel längere Zeit absorptionsfähig bleibt.

Umgekehrt kann auch Sand und Kies zur Nachfiltration benutzt werden, nachdem die Flüssigkeiten durch andere Filtrirmaterialien bereits theilweise geklärt worden sind. So z. B. besteht das von Dr. Gerson in Hamburg empfohlene Filtrationsverfahren aus einer Vorfilterung durch Schwämme und Bimsstein, welche beide mit unlöslichen Eisensalzen getränkt sind, und einer Nachfilterung durch Sand und Kies u. s. w.*)

Auch zur Reinigung von Rübensäften in der Zucker-Fabrikation wird ein Kiesfilter mit Erfolg nach der Verarbeitung der Säfte mit Anwendung von Schwefelsäure benutzt und von verschiedenen Fachmännern warm empfohlen.

§ 40. Die Cisternen.**)

Die Anlage einer Cisterne (eines Regensarges) empfiehlt sich nur in denjenigen Gegenden, wo der Boden wasserarm ist und keine Quellen zutage treten, oder das Grund- und Quellwasser wegen des schlechten Untergrundes (Moor, Torf, Sumpf) als Trinkwasser nicht direct verwendet werden kann, ferner an der See, wo der Boden mit Salzwasser durchzogen ist (Seemarschen) und auf hochgelegenen Ortschaften, wo die anzulegenden Brunnen eine zu große Tiefe erhalten müßten.

---

*) Praktischer Maschinenconstructeur, 1880, S. 186—189.

**) Richard Krüger, Ueber die Anlage von Cisternen. Mittheilungen über Landwirthschaft, Gartenbau und Hauswirthschaft. Berlin 1883. S. 181.

Ist Grundwasser reichlich vorhanden, oder liegen Quellen im Erdreich, so wird man zweckmäßiger, wie im Vorhergehenden gezeigt wurde, massive Brunnen (Grund- oder Quellwasser-Brunnen) anlegen; genügt die Menge des vorhandenen Grundwassers nicht, und sind die Quellen zu schwach, so daß bei lange anhaltender Dürre ein Wassermangel zu befürchten ist, dann ist wieder eine Cisterne vorzuziehen.

Die Cisternen dienen bekanntlich zur Ansammlung der atmosphärischen Niederschläge und sind gewöhnlich wasserdichte, überwölbte Bassins, welche Vorrichtungen zur Einführung, sowie zur Entnahme des Wassers besitzen. Sie müssen im Hofe*) an schattigen, aber nicht dumpfigen und von den Aborten und Kehrichtgruben möglichst entfernten Orten und in solcher Tiefe im Boden liegen, daß ihr Inhalt weder austrocknen, noch gefrieren kann. Es empfiehlt sich deshalb, die Sohle des Wasserbassins in einer Tiefe von 2·5—3 Meter unter der Terrainoberfläche anzuordnen. Das ganze Bassin muß in der Sohle, in den Wänden und im Gewölbe wasserdicht sein; nicht nur um das zugeflossene Wasser im Bassin zu halten, sondern auch um zu verhüten, daß unreines Grundwasser aus dem Erdreich in die Cisterne gelangt. Das Mauerwerk wird deshalb gewöhnlich in hartgebrannten Ziegelsteinen in Cementmörtel aufgeführt und innen und außen mit einem 2—3 Cm. starken hartgeschliffenen Cementputz versehen.

Ist Grundwasser zu befürchten, so wird das ganze Bauwerk noch außerhalb mit einer Schicht fetten Thones umkleidet. Die Sohle wird in der Regel aus drei Lagen Mauersteinen,

*) Die Cisternen innerhalb des Gebäudes selbst (im Keller) anzulegen, ist unseres Erachtens nicht zu empfehlen, weil das Cisternenwasser durch die dumpfe Kellerluft verschlechtert wird, und die Fundamentmauern fast immer Feuchtigkeit erhalten.

die flachkantig mit Fugenverwechslung in hydraulischen Mörtel verlegt werden, oder auch aus einer Betonschicht gebildet.

Ist ein stärkerer Wasserdruck von unten her — vielleicht durch Quellen — zu überwinden, oder ist bei nicht standfestem Boden ein Setzen und somit eine Bildung von Rissen zu befürchten, so wird die Sohle als umgekehrtes Gewölbe von etwa 25 Cm. Stärke construirt.

Die Seitenwände des Bassins erhalten eine Stärke von 38—50 Cm., das abdeckende Gewölbe von 25—38 Cm. Dieses Gewölbe soll etwa 0·5—1 Mtr. mit seinem Scheitel unter der Terrainoberfläche liegen und keine größere Spannweite als etwa 3—3·5 Mtr. erhalten. Verlangt der nöthige Rauminhalt eine größere Länge oder Breite, so ist es zweckmäßiger, mehrere Gewölbe mit geringeren Spannweiten nebeneinander zu legen.

An der inneren Seitenwand, auf welcher das Gewölbe nicht aufliegt (Schildmauer), wird in der Regel — wie Fig. 22 zeigt *) — ein Vorbrunnen oder Speisebrunnen vorgelegt, in welchen das Regenwasser zuerst hineingeleitet wird. Derselbe wird oben mit einem Gitter bedeckt, um die mitgeschwemmten größeren Körper (Steine u. s. w.) fern zu halten (a). Die Sohle dieses Vorbrunnens, dessen Breite gewöhnlich 0·5—1 Mtr. und dessen Tiefe 1—1·5 Mtr. gewählt und der ebenfalls mit hartgebrannten Ziegelsteinen in Cementmörtel aufgeführt wird, liegt 0·3—0·6 Mtr. unter der mit einem engmaschigen Drahtsiebe verschlossenen Einflußöffnung (b), so daß nur das an der Oberfläche überfließende abgeklärte Wasser in die Cisterne gelangen kann, während die vom Wasser aus den Dachrinnen u. s. w. mit-

*) v. Kirn, Leitfaden für den Unterricht im Wasserbau. Tafel 1. Fig. 8.

geführten kleineren festen Stoffe (Staub u. dgl.) in dem sog. Schlammfang zurückgehalten werden.

Fig. 22.

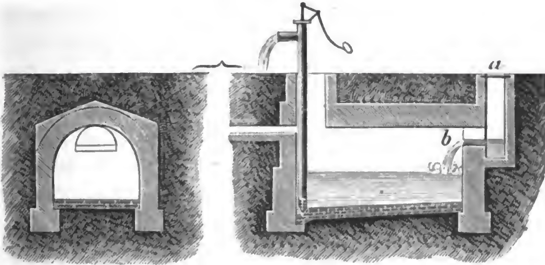
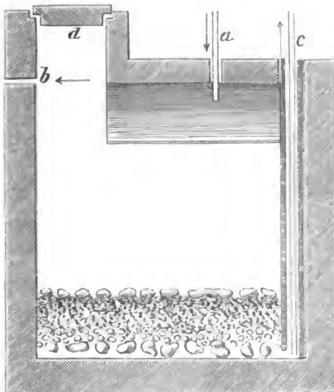


Fig. 23.



Wirksamer ist die Klärung des Wassers, wenn man diesen Vorbrunnen mit Filtrirmaterialien versieht, und die

Einflußöffnung der Cisterne in der Sohle des Vorbrunnens anlegt. Man bringt dann auf diese zuerst eine Schicht groben Kies, darauf groben Sand und schließlich feinen Sand und läßt das Regenwasser durch diese Schichten sickern, um auf diesem Wege seine mechanischen Beimengungen zu beseitigen.

Bei der in Fig. 23 dargestellten Cisterne, die Meidinger als die rationellste empfiehlt,*) ist der Vorbrunnen ganz weggelassen, und das Filter in der Cisterne selbst angeordnet worden. Der Boden der Cisterne ist mit faustgroßen, unregelmäßigen Sandsteinstücken bedeckt, zwischen denen sich offene Canäle befinden. Auf diese Sandsteinstücke sind zuerst kleinere Steine, dann grober Kies und darauf feiner Kies in einer Gesammtstärke von etwa 20 Cm. aufgebracht, die eine 20 Cm. hohe Schicht von feinem, ausgewaschenen Sand und endlich, um zu verhindern, daß dieser Sand beim Niederströmen des Wassers aus dem Zuflußrohr a aufgewühlt wird, flachkantige Steine tragen. Direct unter das Einflußrohr ist eine größere Platte gelegt. (In Venedig werden die Cisternen ganz mit Filtrirmaterialien ausgefüllt, damit das in den Zwischenräumen des Sandes sich ansammelnde Wasser nicht mit der Luft in Berührung kommt und frischer bleibt.)

Beide Cisternen-Constructionen haben das gemeinschaftlich, daß sie mit einem etwa 70 Cm. weiten Einsteigeschacht versehen sind, damit man in die Cisterne behufs Reinigung, Herausschaffung und Erneuerung des Filtrirmateriales, etwaiger

*) Diese Cisterne besteht aus Bruchsteinmauerwerk und hat eine Länge von 2, eine Breite von 1 und eine Tiefe von 2 Mtr. Sie ist innen mit einem dicken Cementputz versehen und trägt mit ihrem Deckengewölbe eine Sandüberschüttung von circa 60 Cm. über dem Gewölbescheitel. Siehe Baierische Gewerbezeitung 1877, S. 139, und Dinglers polytechn. Journal, Band 228, S. 424 und Tafel 32, Fig. 12.

Reparatur u. s. w. gelangen kann, und daß in Höhe des Gewölbes sich eine Ausflußöffnung in Verbindung mit einem Ableitungsrohr oder Canal befindet, um das nach heftigen Regengüssen etwa im Uebermaß zufließende Wasser wieder aus der Cisterne herauszuschaffen. Diese Vorrichtung ist bei allen Cisternen unbedingt nothwendig, damit das Gewölbe keinem Druck von innen ausgesetzt wird.

Bei der in Fig. 22 dargestellten Cisterne liegt auch an derselben Schildmauer des Cisternengewölbes die Vorrichtung zur Entnahme des Wassers — die Brunnenröhre mit der Handpumpe. Häufig wird aber auch — besonders bei größerer Tiefenlage des Wasserbassins — ein Eimerwerk angeordnet oder es wird der Einsteigeschacht mit Treppen und Leitern versehen, die bis zum Wasserspiegel hinabreichen.

Bei der Meidinger'schen Cisterne (Fig. 23) ist das für die Entnahme des Wassers bestimmte Rohr c auf der entgegengesetzten Seite des Einsteigeschachtes angelegt. Es besteht aus Blei und ist mit einer Cementröhre umschlossen, um eine längere Berührung des Wassers mit dem leicht gefährlich werdenden Blei zu verhindern. Diese Röhre liegt in großer Nähe von der wenig über das Gewölbe hinausragenden Zuflußröhre a. Unseres Erachtens ist eine möglichst weite Entfernung von der Einflußöffnung — also die Anordnung wie bei Fig. 22 — empfehlenswerther, wenn die Cisterne selbst nicht als Filter benutzt wird, weil dadurch verhütet wird, daß feinere erdige Stoffe von dem Saugrohr der Pumpe angezogen werden. Dieses Bedenken fällt natürlich bei der Meidinger'schen Cisterne fort.

Um aus der Cisterne (Fig. 22) alles Wasser möglichst ausschöpfen zu können, erhält die Sohle derselben nach dem Saugrohr der Pumpe hin ein Gefälle von 1 : 300 — 1 : 100,

und es wird die Saugeöffnung (der Seiher) in eine flache Vertiefung (den sog. Sumpf) gestellt, um stets unter Wasser zu bleiben.

Die Größe des Sammelbehälters hängt davon ab, wie viele Personen und wie viel Stück Vieh ihren Bedarf an Wasser aus der Cisterne decken müssen, und für welche Zeit eine Bassinfüllung ausreichen soll. Man rechnet gewöhnlich für jeden Hausbewohner pro Tag 15—20 Liter und wählt das Wasserbassin so groß, daß eine Füllung desselben für 2—3 Monate ausreicht. Man kann aber auch die Dimensionen der Cisterne aus der Größe der das Regenwasser auffangenden Dachflächen u. s. w. berechnen; hierbei nimmt man gewöhnlich pro Quadratmeter Dachfläche (in der Horizontalprojection gemessen) eine Regenhöhe von 8—10 Cm. an.

III.

Die Kohlenfilter.

§ 41. Der Werth der Holz- und Knochenkohle als Filtrirmaterial.

Mit den im vorigen Capitel beschriebenen Sandfiltern kann, wie wir mehrfach hervorgehoben, nur eine mechanische Reinigung, eine Klärung des Wassers bis zu einem gewissen Grade erreicht werden; alle feineren und feinsten Verunreinigungen und die gelösten organischen und unorganischen Stoffe können durch Sandfilter dagegen nicht aus dem Wasser entfernt werden, weil Sand und Kies nicht fein genug ist und

auf die chemische Zusammensetzung des Wassers keinen Einfluß ausübt.

Ganz anders jedoch wirkt die frische Kohle. Das durch sie filtrirte Wasser zeigt eine andere chemische Zusammensetzung als das unfiltrirte; es ist befreit von den meisten der Gesundheit schädlichen Substanzen, von Eisenoxyd, Gips, kohlensaurem Kalk, Fäulnißstoffen u. s. w.; es ist krystallklar, es schmeckt gut, es riecht nicht und bleibt ziemlich lange Zeit frisch und genießbar. Denn die Kohle ist absorptionsfähig, d. h. sie zieht gewisse Körper aus Lösungen an sich und hält sie mit großer Kraft fest; sie saugt faule Gase begierig auf und zerstört sie. Dieses Absorptionsvermögen ist selbstverständlich für verschiedene Körper ein anderes; für organische Substanzen aber sehr bedeutend, und hieraus ergiebt sich schon die sehr vortheilhafte Benutzung der Kohle zur Reinigung des Wassers, wie überhaupt aller Flüssigkeiten.

Besonders gilt dies von der Knochenkohle (der thierischen Kohle), die als Entfärbungsmittel für Flüssigkeiten von hervorragender Bedeutung ist. Gießt man beispielsweise Rothwein durch ein frisches Kohlenfilter, so fließt eine fast farblose Flüssigkeit ab, weil die Kohle den Farbstoff des Weines absorbirt hat.

Aber auch die Holzkohle besitzt eine hohe absorbirende Kraft, besonders für Gase, und wird daher — wie bekannt — als Desinfectionsmittel, als Luftreiniger u. s. w. mit großem Erfolge benutzt. Stinkendes Wasser, durch frische Holzkohle (Buchenholzkohle) gegossen, wird den schlechten Geruch verlieren, während es nach einer Filtration durch frische Knochenkohle zwar völlig krystallklar wird, aber den üblen Geruch behält.

Die von H. H. Witt in London mit dem Themsewasser angestellten vergleichenden Versuche über die Filtration mittelst Sand und Kohle ergaben, daß frische Kohle 17mal so viel organische Bestandtheile entzogen hat, als Sand und 140mal so viel unorganische Substanzen, im Ganzen 27mal so viel. »Diese Experimente haben gleichfalls ergeben,« schreibt A. David (a. a. O. S. 9), »daß die Wirkung der thierischen Kohle nicht nur auf Zurückhaltung dieser Stoffe viel bedeutender ist, als die des Sandes, sondern auch viel rascher wirkt. Arthur H. Hassel hat gleichfalls bei der Untersuchung über die Filtrations-Eigenschaften verschiedener Körper bei seinen Versuchen wahrgenommen, daß Filterpapiere, Sand und selbst pulverisirter Sandstein die Infusorien nicht zurückhalten, wenn man sich dieser als Filtrirmaterial bedient; die Holzkohle läßt nur die kleinsten durchdringen, die thierische Kohle hält sie vollständig zurück.«

Nach sorgfältigen Ermittelungen beseitigt frische Knochenkohle etwa $^2/_3$ aller organischen Bestandtheile und befreit z. B. ein durch Harnstoff verunreinigtes, sonst aber ganz klares Wasser von dieser Verunreinigung.

Von den zahlreichen Filterapparaten, welche auf der Antwerpener Ausstellung 1885 auf ihren Werth untersucht wurden (Asbestfilter, Porzellanfilter, Maigneu's Filter, Kohlenfilter u. s. w.), haben sich die mit thierischer und Holzkohle gefüllten als die zweckmäßigsten herausgestellt. Die Wasserwerksgesellschaft hatte, um das Wasser bakterienfrei zu den Versuchen zu liefern, dasselbe in den Wasserwerken über Eisenspäne laufen lassen, in Folge dessen hatte das Wasser einen widerwärtigen Eisengeschmack und Geruch angenommen, welche es nur allein durch die Kohlenfilter (Patent C. Bühring

& Comp.) verlor — allerdings nur auf eine gewisse Zeitdauer, auf ungefähr 2—3 Monate.

Dem aufmerksamen Leser wird es nicht entgangen sein, daß in den vorstehenden Zeilen immer nur von der »frischen« Kohle allein die Rede war, deren Werth als Filtrirmaterial wir als sehr bedeutend hinstellten. Es erübrigt noch, die gebrauchte Kohle auf ihren Werth zu prüfen, d. h. die Frage zu beantworten, ob die Kohlenfilter, wenn sie einige Zeit in Betrieb gewesen, auch dann noch alle anderen Filter, welche dieselbe Zeit über benutzt worden sind, weit übertreffen?

Es ist nicht zu leugnen, daß die chemische Wirkung der Kohle bald aufhört, weil sich die Poren mit den abfiltrirten Schmutzstoffen leicht verstopfen, und daß sich hiedurch der Werth der Kohle in chemischer Hinsicht sehr herabmindert. Es ist ferner richtig, was die Gegner der Kohlenfilter behaupten, daß nämlich zu einer gründlichen Reinigung und Wiederbelebung in vielen Fällen das Pulverisiren des Kohlenblockes, das Auswaschen und Ausglühen des Pulvers und Neuformen eines Blockes — kurz, Arbeiten erforderlich sind, die der Laie nicht selbst ausführen kann. — Auch kann nicht bestritten werden, daß bei wiederholter Reinigung die Absorptionsfähigkeit der Kohle kleiner wird, und daß bei nicht rechtzeitiger Reinigung oder Erneuerung des Filtrirmateriales das Wachsthum der zuerst abfiltrirten Mikroorganismen so außerordentlich begünstigt wird, daß sehr bald das Wasser das Kohlenfilter mit mehr Keimen beladen verläßt, als es beim Eintritt hatte.

Die Versuche der englischen Flußcommission (VI. Rapport, S. 217—281*) mit Thierkohle ergaben nämlich folgendes Resultat:

*) Dingler's polytechn. Journal, Band 236, S. 144.

1 Liter Wasser enthielt Milligramm	Gesammtgehalt	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Stickstoff als Nitrate oder Nitrite	Chlor	Ammoniak	Härte (französisch)
Vor der Filtration	246	1·29	0·23	1·88	16	0·00	19·4
Nach der Filtration durch frische Thierkohle . .	194	0·29	0·07	1·94	16	0·13	15·2
Vor der Filtration	259	1·64	0·30	0·62	19	0·02	19·7
Nach der Filtration durch ein gebrauchtes Filter	251	0·10	0·02	1·25	19	0·02	19·1

»Diese Versuche bestätigen, daß frische Thierkohle nicht nur einen wesentlichen Theil der organischen Stoffe entfernt, sondern auch der unorganischen Salze. Diese Absorptionsfähigkeit wird aber erschöpft, und wenn nun, je nach der Verunreinigung und der Menge des durchfiltrirten Wassers, früher oder später die Filter nicht erneuert oder doch wenigstens

gereinigt werden, so bilden sie geradezu Fäulnißherde: es entwickeln sich Millionen von Fäulnißorganen, welche das durchfiltrirte Wasser nur verunreinigen.«

Hiernach könnte man doch trotz der vielen Vorzüge der Kohle Bedenken tragen, sie zur Reinigung des Trinkwassers zu benutzen. Aber welches Filtrirmaterial sollte dann statt der Kohle gewählt werden? — Sie alle, mögen sie heißen wie sie wollen, müssen von Zeit zu Zeit gereinigt und auch erneuert werden, sie alle können gleichwie die Kohle bei nicht rechtzeitiger Reinigung zu Fäulnißherden werden und das durchfiltrirte Wasser von neuem inficiren. — Es fragt sich nur, tritt die Nothwendigkeit einer Reinigung bei den Kohlenfiltern früher ein, als bei anderen Filterapparaten zweckmäßiger Construction und brauchbarer Füllung, denn diese Nothwendigkeit giebt den Maßstab für den Werth eines Filters. Hierzu schreibt uns eine hervorragende Filterfabrik: »Bei jedem quantitativ und qualitativ gleich arbeitenden Filter von derselben Filterfläche und Dichtigkeit muß die Nothwendigkeit einer Reinigung gleich rasch eintreten, denn derjenige Apparat, welcher länger aushält, ist ganz unbedingt im Vergleich zur Flächeneinheit weniger leistungsfähig, entweder quantitativ oder qualitativ, d. h. er wird weniger stark in Anspruch genommen oder ist weniger dicht und gestattet einem Theil der Unreinigkeiten den Durchgang.« (Siehe auch § 15.)

Dies ist auch unsere Meinung. Hiernach aber muß das Kohlenfilter, weil es nach unserer Ueberzeugung qualitativ besser arbeitet als jedes andere Filter, früher als dieses und häufiger gereinigt werden. Das ist für den Gebrauch lästig, und hierin erblicken wir einen Nachtheil der Kohlenfilter.

Wenn der hohe Werth der Filter erst soweit allgemein erkannt wäre, daß in jedem Haushalte, selbst in dem be-

scheidensten, ein Filtrirapparat anzutreffen, und wenn wir erst so weit wären, daß man in jedem nächstgelegenen Krämerladen gerade wie jeden andern Haushaltungsgegenstand einen frischen Kohlenfilterblock für ein weniges erstehen könnte (denn der materielle Werth desselben ist ein ungemein geringer), so würden die Kohlenfilter, davon sind wir fest überzeugt, alle anderen Hausfilter verdrängen, denn die unbequeme, schwierige und häufige Reinigung wäre dann nicht nöthig, und damit der Hauptnachtheil der Kohlenfilter beseitigt!

§ 42. Die Zubereitung der Kohle für Filtrirzwecke.

Während in früherer Zeit die Knochenkohle durch Glühen von Knochen in bedeckten Gefäßen gewonnen wurde, wird dieselbe heute, wo sie in bedeutenden Mengen in verschiedenen Fabrikationszweigen (z. B. auch zum Entfärben der Zuckersäfte, vgl. § 49) verbraucht wird, fabriksmäßig durch Verkohlen von Knochen unter Luftabschluß in besonders construirten Brennöfen erzeugt und in Form von Körnern ziemlich gleicher Größe (gekörntes Spodium) oder in Gestalt von feinem, schwarzen Pulver (Spodiummehl) in den Handel gebracht.

Je feiner und reiner die Knochenkohle, desto vollkommener die Filtration, aber auch desto länger die Wirksamkeit. Es empfiehlt sich daher, das gekörnte Spodium als Filtrirmaterial zu wählen, das durch Pressen in eine bestimmte Form gebracht wird (Platte, Kugel, Cylinder u. s. w.). Diese geformte Kohle führt irrthümlicher Weise den Namen »plastische« Kohle. Ihre Herstellung geschieht auf verschiedene Art.

In den nachfolgenden Zeilen wollen wir die Fabrikation der plastischen Kohle nach dem Patente von C. Bühring & Comp. in Hamburg besprechen, ohne aber die von anderen Fabrikanten gemachten Versuche zu übergehen. *) Erstere ist so einfach, daß ein geübter Arbeiter in der Stunde bis 60 Filterblöcke, zum Brande fertig, formen und pressen kann. Die in Gegenwart des Verfassers dieses Werkes in der Bühring'schen Fabrik in Hamburg vollzogene Herstellung eines Filterblockes währte kaum $1^1/_2$ Minuten.

Der Filterblock wird am besten aus einem Gemisch von Holz- und Knochenkohle, etwa im Verhältnisse von 1:5 bereitet. Filterblöcke, die nur aus Knochenkohle bestehen, reinigen zwar das Wasser sehr gut, vermögen aber, wie wir bereits im vorhergehenden Paragraphen bemerkten, dem Wasser den etwaigen üblen Geruch nicht zu entziehen und werden mit der Zeit selbst Fäulnißherde, wie z. B. die Versuche der englischen Flußcommission zur Genüge festgestellt haben. Holzkohle dagegen ist ein vorzüglicher Zerstörer aller Gase und jeder Fäulniß; ein Zusatz von Holzkohle zur Knochenkohle gewährt also den doppelten Vortheil: einmal selbst faules Wasser geruchlos zu machen und zweitens die Bildung eines Fäulnißherdes im Filterblocke zu verzögern.

Die Firma C. Bühring & Comp. lieferte einmal auf dringenden Wunsch nach England Filterblöcke, welche nur aus Knochenkohle bestanden; dieselben bewährten sich aber nicht, und fabricirt die Fabrik jetzt nur noch Filterblöcke aus Knochen- und Holzkohle.

*) O. Beta, die plastische Kohle, ihre Bedeutung und Fabrikation. Köln. Ztg. 1872. Nr. 244. — Friedrich Ritter, Wasser und Eis. S. 138—165. A. Hartleben's Verlag. Chemisch-technische Bibliothek, Band LVII.

Ein Gemisch von Knochenkohle, Holzkohle, Steinkohle, Coke und Thon mit einem Bindemittel aus Melasse, die bei der Rübenzucker-Fabrikation entsteht, sind trotz aller Reclame nicht empfehlenswerth; Vergleiche haben ergeben, daß diese Filterblöcke weit eher wirkungslos werden, als solche aus Knochen- und Buchenholzkohle mit Steinkohlentheer als Bindemittel.

Das Verhältniß der Mischung hängt davon ab, ob eine härtere, feuerfeste, oder eine weichere Filterkohle hergestellt werden soll. Die grobgepulverten Stoffe werden unter Umständen mit Sägespänen vermischt und in einem Wasserbade angewärmt, zumeist aber nur mit Steinkohlentheer (circa $^1/_5$ ihres Gewichtes) angerührt, oder (was sich nicht in gleichem Maße empfehlen läßt, siehe Schluß dieses Paragraphen) mit dünnem Stärkekleister (Dextrin oder Leimwasser) zu einem innigen, homogenen, von trockener Kohle kaum zu unterscheidenden Teige geknetet, der möglichst gleichmäßige Feuchtigkeit besitzt.

Bei großer Massenproduction der geformten Kohle empfiehlt es sich, die feuchte Masse durch zwei Walzen laufen zu lassen und die so erzeugten dünnen Bänder wieder zusammenzukneten und abermals auszuwalzen, bis der Teig die gehörige Formbarkeit erhalten hat.

Bei kleineren Mengen läßt man die Mischung langsam im Schatten trocknen, setzt alsdann noch etwas feingepulverten Asphalt hinzu, mischt und siebt die Masse ein oder zwei Male und hat nun ein lockeres, fast trockenes, formbares Material.

Diese Masse wird nunmehr in die Hohlformen aus Holz, Stahl, Messing u. s. w. gebracht und unter einer Handpresse einem kurzen, aber ziemlich starken Drucke ausgesetzt, so daß sie nach Umständen $^1/_5$—$^1/_4$ ihres Volumens verliert

und dabei nur ziemlich selten Risse zeigt. Die gepreßte Kohle kommt als ein zusammenhängendes Ganzes aus der Hohlform heraus und enthält bereits die nöthigen Bohrlöcher.

Die Bühring'schen Filterblöcke haben Cylinderform und etwas erhabene Endflächen. Um diesen letzteren ein besseres Aussehen zu geben (und auch um die Firma besser einpressen zu können), wird zuerst in die cylinderförmige Hohlform ein gewisses Quantum feineren Kohlenpulvers (Spodiummehl) hineingeschüttet und darauf erst das gröbere.

Häufig werden auch bei den cylindrischen Filterblöcken zuerst Cylinder geformt, welche nur aus Mantel und unterem Boden bestehen, und es wird die obere Platte allein für sich hergestellt.

Bei kugelförmigen Filtern formt man durch die Pressen zuerst die Halbkugeln mit entsprechender Höhlung Die Kugel bildet für das Filter wohl die zweckmäßigste Gestalt, indem bekanntlich die Kugel bei gleichem Inhalte von allen stereometrischen Körpern die größte Oberfläche besitzt. Von der Größe derselben hängt aber das Wasserquantum ab, das in einer gewissen Zeit filtrirt werden kann. Eine Hohlkugel besitzt gegenüber der Vollkugel ein verringertes Volumen und ist unseres Erachtens nicht so empfehlenswerth. Die Fabrik plastischer Kohle in Berlin, Inhaber Lorenz, hebt gewöhnlich hervor, daß die hohlen Filter besser filtriren, weil das Wasser darin nochmals eine Oberfläche zu durchdringen habe. Bei einem compacten Filterblock verläßt das Wasser überhaupt nicht die Kohle innerhalb des Blockes, es durchströmt also einen größeren Kohlenkörper als bei einem hohlen Filter und muß daher entsprechend besser filtrirt werden.

Alle einzelnen Theile eines Filterblockes werden mit obiger Masse an den Rändern bestrichen, und fest aneinander

gepreßt; der an den Rändern herausgedrückte überschüssige Teig wird abgestrichen.

Um nun aus dem geformten Filterblocke den Theer-, Sägespänen-, Asphalt-Gehalt u. s. w. herauszubekommen, wird der Block zunächst wieder getrocknet. Dies geschieht entweder an der Luft oder, der Gleichförmigkeit wegen, besser in geheizten Trockenkammern. Hierauf werden in der Regel die Filter sorgfältig gemustert, um alle während des Trocknens etwa entstandenen Risse zu entdecken, welche dann mit der zur Herstellung des Blockes bereiteten Masse verstrichen werden.

Die Filterblöcke werden darauf in längliche, oben offene Eisenkästen sorgfältig und fest zwischen Sand gepackt, damit die einzelnen Blöcke nicht aneinander haften können, und in den Ofen gebracht.

Der Ofen ist gewöhnlich flach und wird mit einem größeren und mehreren kleineren Kästen beschickt. Oder es werden die Filter in schmiedeisernen Röhren (Retorten), die zum Schutze gegen das Feuer mit einem dünnen Lehmanstrich versehen sind, gepackt, indem auch hier zwischen die einzelnen Blöcke zur Verhütung des Aneinanderhaftens Sand gestreut wird, und diese Röhren, nachdem sie oben mit einem Deckel verschlossen, in den Ofen gebracht und bis zur Weißgluth erhitzt, wobei man mit einer schwachen Hitze beginnt und dieselbe allmälig steigert. Der Röhrendeckel besitzt in der Mitte ein kleines Loch, durch welches die sich beim Glühen der Filterblöcke entwickelnden Gase entweichen können.

In den mit eisernen Kästen beschickten Oefen wird die Heizung in Zügen herumgeführt, während die Verkohlungsproducte (Theer, Kohlenwasserstoff, Kohlenoxydgas u. s. w.) durch ein Rohr in die Feuerung geleitet werden, so daß nur wenig Heizmaterial zum Ausglühen der Filterblöcke genügt.

Denn die Gasentwickelung beginnt in der Regel schon nach einer Stunde, und die Verbrennung derselben entwickelt so viel Hitze, daß das Feuer nur zur Erhaltung der Flamme nöthig ist.

Die geformte Kohle brennt sich also gewissermaßen allein fertig, und zwar darf dies nicht zu schnell geschehen, weil sich bei höheren Temperaturen die Kohle leicht in Coke verwandeln kann.

Die Kästen oder Röhren läßt man nach dem, etwa 20 bis 24 Stunden dauernden Brande noch so lange in dem Ofen, bis sie vollständig abgekühlt sind; das Herausnehmen derselben kann etwa 36 Stunden nach dem Beginne des Ausglühens erfolgen.

»Je nachdem man in längerer oder kürzerer Zeit höhere oder geringere Wärmegrade wirken läßt, verbunden mit der Feinheit und Mischung des Materiales und der Größe des Druckes, den man ausübt, hat man es in der Hand, Consistenz, Härte, Schwere und Wirksamkeit der Kohle je nach ihren verschiedenen Zwecken zu modificiren. Der Graphitkohle nähert man sich bei großer Dichtigkeit und hoher Temperatur, und auch diese Varietät ist für einige Zwecke (Gußformen, Schmelztiegel) erzielenswerth. Uebrigens ist auch die ganz poröse Kohle sehr dicht herzustellen und dann natürlich zu Filtrationszwecken um so wirksamer, und in jeder Consistenz ist das so erzielte Material fest und nur mit Mühe zerbrechbar, nicht anders als Ziegel.« (Beta, a. a. O.)

Während die Bühring'schen Filterblöcke direct nach dem Ausglühen verwendet werden können, müssen (nach Ritter, a. a. O. S. 160) alle die mit Stärkekleister oder Leimwasser zusammengekitteten Filter noch einer Reinigung unterzogen werden, indem man sie in reinem Regenwasser auswäscht und

alle jene Salze in Lösung bringt, die in Wasser löslich sind. Die anderen, nur in Säuren löslichen Salze (z. B. phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk) können durch dieses Bad jedoch nicht beseitigt werden, hierzu ist die Behandlung der Blöcke mit verdünnter Salzsäure nöthig. Man läßt die Filter 24 Stunden in dieser Flüssigkeit liegen, nimmt sie dann heraus, läßt sie abtropfen, und entfernt durch nochmaliges Waschen in reinem (eventuell mit einer geringen Menge Carbolsäure versehenen) Regenwasser die gelösten Salze und erhält nunmehr »die denkbar besten Filter zur Reinigung des Wassers, welche sich überhaupt darstellen lassen.«

§ 43. Die Wiederbelebung der Kohlenfilterblöcke.

Je nach der Unreinheit des Wassers, das filtrirt wurde, wird das Kohlenfilter nach kürzerem oder längerem Gebrauche unwirksam, ja selbst — worauf wir bereits aufmerksam machten — leicht gefährlich. Die oberflächlichen Poren des Blockes werden bis zu einer Tiefe von einigen Millimetern durch die feinen, festen, im Wasser befindlichen Stoffe (durch organische Substanzen, kohlensauren und schwefelsauren Kalk, kohlensaure Magnesia, Eisenoxyd, Sand- und Lehmtheilchen u. s. w.) verstopft, so daß die Flüssigkeiten nicht in das Innere der Hohlräume der porösen Kohlenmasse eintreten können. Der ganze Filterblock ist also mit diesen herausfiltrirten Stoffen überdeckt und, um das Filter noch weiter benutzen zu können, ist es nöthig, diese Stoffe aus der Kohlenmasse wieder herauszuschaffen, was in einzelnen Fällen in sehr einfacher Weise zu erreichen ist.

So z. B. wird bei den Bühring'schen Filtern der aus dem Wasser abgesetzte Schmutz mit einer Bürste entfernt (eventuell

mit einer Feile abgefeilt) und der Block, um seine Porosität wieder herzustellen, in reines Wasser gesetzt. Hierauf wird kräftig durch das Ausflußrohr des Filters geblasen und der Block dann einige Zeit der atmosphärischen Luft oder besser der Sonne ausgesetzt, um seine Regeneration in genügender Weise zu erreichen. Wird von Zeit zu Zeit dieses Durchblasen in kräftiger Weise bewirkt, so braucht die vollständige Reinigung des Filterblockes je nach der Unreinheit und Menge des Wassers nur alle 6—8 Wochen vorgenommen zu werden.

Man kann aber auch dadurch das Filter wieder absorptionsfähig machen, daß man dasselbe unter Abschluß der Luft glüht, wodurch alle Substanzen organischer Natur zerstört werden. Diese Reinigung ist vornehmlich dann nöthig, wenn der Filterblock nach längerem Gebrauche durch die zuerst beschriebene Reinigungsmethode nicht wirksam genug von allen Verunreinigungen befreit wird. Hinterläßt die organische Substanz eine poröse Kohle, so vermag man durch das Auflegen von feinvertheiltem Kohlenstoffe den Filterblock fast eben so wirksam zu machen, als er vor Gebrauch war.*)

Oder man legt die Filter einige Zeit in Wasser von circa 12—14° C., kocht sie darauf in heißem Wasser, oder zuerst mit schwacher Kalilauge und dann mit Wasser aus und erhitzt sie schließlich fast bis zum Glühendwerden. Hierdurch werden alle organischen Substanzen bis auf die letzten Spuren beseitigt.**) Dieses Verfahren ist zwar sehr wirksam und läßt sich von dem Laien zur Noth auch noch durchführen, währt aber sehr lange.

---

*) Technisches Wörterbuch von Karmarsch und Heeren. III. Auflage. Artikel: Knochenkohle.

**) Ritter, a. a. O. S. 146—149.

Enthielt das filtrirte Wasser große Mengen von kohlensaurem Kalke und kohlensaurer Magnesia, so legt man am einfachsten das Filter einige Tage in eine, aus 3 Thl. Wasser und 1 Thl. starker Salzsäure bestehende Flüssigkeit und wäscht die löslich gewordenen Salze aus.

Ist das Filter durch Eisenoxyd unbrauchbar geworden, so legt man die Filter einige Tage in eine Flüssigkeit, die aus gleichen Theilen Wasser und concentrirter Salzsäure besteht, wodurch das Eisenoxyd aufgelöst wird.

Schwefelsaurer Kalk oder Gips ist am schwersten aus den Kohlenfiltern zu entfernen. Ritter schreibt hierüber: »Wenn man Knochenkohle, welche Gips enthält, längere Zeit hindurch mit ziemlich starker Sodalösung (kohlensaurem Natrium) kocht, so findet eine Umsetzung der Bestandtheile in der Weise statt, daß die Schwefelsäure des Gipses an das Natron übergeht, während sich die Kohlensäure mit dem Kalke verbindet. Das schwefelsaure Natron ist aber ein in Wasser sehr leicht lösliches Salz, welches sogleich in die Flüssigkeit übertritt. Der kohlensaure Kalk ist in Wasser ganz unlöslich und bleibt in der Kohle zurück. Nach dem Kochen mit Sodalösung wird die Kohle mit Wasser gewaschen, um das schwefelsaure Natron zu beseitigen, und dann mit Salzsäure behandelt. Durch die Salzsäure wird der in der Kohle vorhandene kohlensaure Kalk in Chlorcalcium übergeführt und bildet letzteres ein ungemein leicht in Wasser lösliches Salz.«

Man macht gewöhnlich die Wahrnehmung, daß Filter aus Knochenkohle, welche einmal mit Salzsäure gereinigt wurden, weit längere Zeit brauchbar bleiben, als sie bei der erstmaligen Anwendung blieben. Diese Erscheinung erklärt sich daraus, daß in dem noch nicht mit Salzsäure behandelten Spodium eine gewisse Menge von kohlensaurem Kalke und

Magnesia enthalten ist, welches sich ebenfalls in der Salzsäure auflöst, so daß in Folge dieser Behandlung eine an absorbirend wirkender Substanz, das ist an stickstoffhaltiger Kohle, viel reichere Masse zurückbleibt, als ursprünglich vorhanden war. Durch die Auflösung dieser Kalkmassen wird aber auch die Porosität der Kohle eine größere und trägt dieser Umstand ebenfalls dazu bei, die Filter länger wirksam zu erhalten, als das erste Mal.«

Wird die Wiederbelebung mehrere Male wiederholt, so nimmt die Wirksamkeit der Knochenkohle erheblich ab, bis sie endlich ganz aufhört. Directe Versuche ergaben, daß, während ein frisches Kohlenfilter ein Absorptionsvermögen = 100 zeigte, dasselbe nach der ersten Wiederbelebung nur ein Absorptionsvermögen = 78 hatte, das nach wiederholter Wiederbelebung bis auf 20 herunterging. Diese nicht wieder zu regenerirenden Filterblöcke werden entweder fortgeworfen oder als Brennmaterial benutzt.

§ 44. Die Bühring'schen Kohlenfilter.

Zu den vorzüglichsten Kohlenfiltern müssen ohne Frage die vielfach mit erstem Preise gekrönten, in mehr als 50·000 Haushaltungen, in Fabriken, Schulen, Kasernen, Krankenhäusern u. s. w. im Gebrauche befindlichen Apparate von C. Bühring & Co. in Hamburg gerechnet werden. Diese ältesten Kohlenfilter haben eine große Vollkommenheit erreicht, denn es wird durch sie selbst das trübste Wasser krystallklar filtrirt.

Verfasser hat selbst seit längerer Zeit einen Bühring'schen Kohlenfilter in Gebrauch, mit dem er das stark verunreinigte Eisenoxyd und organische Bestandtheile enthaltende sumpfige,

leicht Durchfall erzeugende Wasser seines Wohnortes zum Trinken brauchbar macht und daß er selbst auf die, im vorigen Paragraphen zuerst beschriebene Art von Zeit zu Zeit (etwa alle 8 Wochen) reinigt. Von den verschiedenen Experimenten, welche er mit diesem Kohlenfilter anstellte, sei folgendes erwähnt, das die Güte dieser Filter bekundet. Das zu diesem Experiment benutzte Wasser enthielt Eisenoxyd, war aber nur wenig mit organischen Substanzen behaftet und in frischem Zustande fast klar. In das unfiltrirte Wasser wurde nun eine geringe Menge übermangansaures Kalium geschüttet, worauf sich das Wasser sofort gelb färbte und von Stunde zu Stunde dunkler wurde, während das aus dem Kohlenfilter krystallklar abfließende Wasser durch dasselbe Metall schön lila gefärbt wurde und diese Farbe selbst noch nach Verlauf mehrerer Stunden beibehielt; ein Zeichen, daß nicht eine Spur von Eisenoxyd im Wasser verblieben war.

Die kleinsten Filter dieser Fabrik — die sogenannten Touristenfilter — haben nur eine Größe von 5×5 Cm. und können daher bequem in der Tasche getragen werden; sie liefern pro Tag etwa 6 Liter und sind mit einem Gummischlauch und einer Glasröhre ausgestattet. Diese kleinen Kohlenfilter werden in das zu filtrirende Wasser (eines Grabens, Teiches, Flusses) hineingetaucht, an der Glasröhre wird gesaugt und das filtrirte Wasser, vom Luftdruck durch das Filter und den Gummischlauch gepreßt, gelangt in den Mund. (Figur 24.)

Ebenso sind die etwas größeren Reisefilter zusammengesetzt und daher auch leicht transportabel. Beim Gebrauche dieser kleinen Filter entgeht man der Gefahr, durch ein rasches und zu kaltes Trinken selbst in erhitztem Zustande seiner

Fig. 24.



Fig. 25.



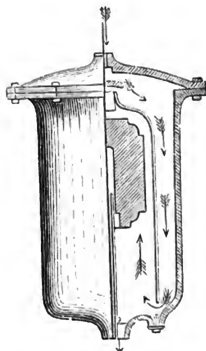
Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 28.



Gesundheit zu schaden, denn die Kohle entzieht dem Wasser die allzugroße Kälte, ohne ihm die erquickende Frische zu nehmen.

Die Haushaltsfilter (Lazarethfilter) werden in verschiedener Construction und Größe geliefert, je nach der gewünschten Wassermenge. Die kleineren Haushaltsfilter bestehen ebenfalls aus einem Filterblock mit Schlauch und Glasrohr und werden wie Figur 25 zeigt benutzt. Man legt sie in den, das unreine Wasser enthaltenden Eimer, saugt die Luft aus dem als Heber wirkenden Gummischlauch und läßt letzteren tiefer, als das Niveau des Wassers im oberen Eimer steht, herabhängen, so läuft das filtrirte Wasser ab und kann in einem zweiten Eimer aufgefangen werden. Je tiefer die Mündung des Abflußrohres, desto schneller der Ablauf des Wassers.

Handelt es sich um geringe Mengen von Trinkwasser, so wird mit Vortheil das Glastafelfilter (Figur 26) benutzt. Dasselbe besteht aus einem Trichter mit einem Filterblock, der auf die Wasserflasche aufgesetzt wird. Diesen Trichter füllt man, nachdem er sorgfältig gereinigt worden, etwa halb mit Wasser und entfernt die Luft durch Ansaugen aus dem unteren Glasrohr, setzt ihn dann auf die Flasche und gießt den Trichter ganz voll Wasser; die Filtration geht dann ziemlich schnell vor sich.

Bei größeren Wassermengen empfiehlt sich ein Thonfilter, das pro Tag je nach seiner Größe 10 bis 80 Liter filtrirtes Wasser zu liefern vermag. (Figur 27.) Der Wasserbehälter ist aus Thon, Steinzeug oder Porzellan gefertigt und bildet in seiner eleganten Ausführung einen hübschen Einrichtungsgegenstand für Küche und Zimmer. Er besitzt unten eine Oeffnung, in welche ein vernickelter Hahn eingesetzt ist, und besteht aus zwei Abtheilungen, die durch eine festsitzende Thon- u. s. w. Platte, die in der Mitte eine Glasröhre mit Korken trägt, getrennt sind. (Wir halten diese Trennung nicht für sehr zweckmäßig, weil der untere, das filtrirte Wasser

enthaltende Raum des Behälters niemals gereinigt werden kann. Jedenfalls besser würde es wohl sein, wenn die trennende Thonplatte herausgenommen werden könnte.) Auf das Glasrohr im Innern des Filters setzt man den Kohlenblock und füllt sodann den oberen Raum vollständig mit Wasser. Hierauf zieht man durch Ansaugen des Luftrohres, dessen Oeffnung sich oben am Rande des Gefäßes befindet, die Luft aus dem unteren Theile des Filters, wobei der Krahn geschlossen bleibt. Das filtrirte Wasser fließt dann continuirlich in den unteren leeren Raum des Behälters, aus dem es beim Oeffnen des Hahnes herausströmt. Hält man den oberen Theil des Filtrirapparates stets mit Wasser gefüllt, so braucht das Ansaugen der Luft nicht wiederholt zu werden.*)

Ferner liefern C. Bühring & Co. auch Wasserleitungsfilter, deren Vorzug außer in der durch die Menge des filtrirten Wassers erzielten Wohlfeilheit vor allem in der erleichterten Zuführung des der Gesundheit so erforderlichen reinen Trinkwassers besteht. Die Wasserleitungs- oder Hochdruckfilter aus Gußeisen werden in drei Größen geliefert und heben pro Tag mindestens 1000, 4000 resp. bis 20000 Liter, je nach dem vorhandenen Drucke. In dem Metallbehälter (Figur 28) befindet sich ein Glasrohr, auf das ein Filterblock gesetzt wird. Die Kuppel (Glasglocke) ist mit 3 Korken befestigt. Der in der oberen Oeffnung sitzende Kork wird herausgenommen und durch dieselbe der innere Raum mit frischer oder getrockneter granulirter Kohle gefüllt, wobei man mit einem Stück Holz an die Außenwand des Behälters klopft, damit sich die Füllung

*) Es empfiehlt sich beim erstmaligen Gebrauche der Filter, das erste Glas filtrirten Wassers fortzuschütten oder wieder in den oberen Behälter zum Filtriren zurückzugießen, weil dasselbe meistens nicht ganz rein ist und in dem unteren Raume kleine Staubtheile empfängt.

festlagert. Dann wird die Kuppel durch den entfernten Korken wieder verschlossen und der äußere Raum ebenfalls mit Kohlenpulver gefüllt. Unter die Einflußöffnung des Deckels, wo der Wasserstrahl auf die lose Kohle wirken würde, wird eine kleine Kohlenplatte gelegt, die den directen Wasserstrahl auffängt und nach allen Seiten vertheilt, dann die Gummidichtung an ihren Platz gebracht und der Deckel vorsichtig aufgebracht und durch Schrauben befestigt. Letztere müssen möglichst gleichmäßig und dürfen nicht zu stark angezogen werden, um ein Zerspringen des Metalldeckels zu verhüten. Man kann aber auch auf das Filter (unterhalb des Deckels) noch ein Asbestgewebe aufbringen, das sehr gut dazu geeignet ist, die gröberen festen Schmutztheile des Wassers zurückzuhalten; hiedurch wird der Filterblock mehr geschont und bleibt länger absorptionsfähig.

Das Anbringen des fertigen Kohlenfilters an die Wasserleitung geschieht auf sehr einfache Weise und zwar mit Hilfe eines Bleirohres mit Hahn, das an das Steigerohr der Wasserleitung oder deren Hahn oder durch eine Muffe zwischen Hahn und Steigerohr angebracht wird. Das Filter wird möglichst oberhalb des Abflußhahnes an die Wand gehängt und durch Aufschrauben des Bleirohres die Verbindung mit der Leitung hergestellt. Hierauf läßt man das Wasser der Leitung durch den Hahn in den Apparat strömen, öffnet ersteren jedoch beim ersten Gebrauch (sowie nach jedesmaliger Reinigung des Filters) zu Anfang nur wenig und läßt das Wasser, das Kohlenstaubtheile mit fortschwemmt, so lange ablaufen, bis es klar wird.

Soll das Wasserleitungsfilter gereinigt werden, so wird der Metallbehälter von dem Verbindungsrohre und alsdann der Deckel abgeschraubt, die Asbestplatte und die granulirte Filterfüllung außerhalb der Kuppel und hierauf die letztere

selbst und der Kohlenblock herausgenommen und alles gut mit reinem Wasser (ohne Zusatz von Seife u. s. w.) ausgewaschen, wobei das Wasser so oft zu erneuern ist, bis es nicht mehr schmutzig erscheint. Während des Waschens des Filterblockes wird kräftig durch die Oeffnung des Korkes vermittelst eines beigegebenen Glasrohres geblasen und der Block mit einer weichen Bürste gereinigt, worauf die granulirte Kohle und der Filterblock im Sonnenschein oder auf einem warmen Ofen oder Herd getrocknet werden.

Diese Filter können natürlich auch an Reservoirs angebracht werden und liefern ein sehr erhebliches Wasserquantum pro Tag, wenn mehrere Apparate neben einander aufgestellt und mit einander verbunden benutzt werden.

(Die Bühring'schen Hochdruckfilter in Verbindung mit einer Flügelpumpe sind in § 50 beschrieben.)

§ 45. Filter mit Kohlenplatten.

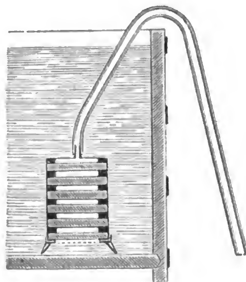
Statt der cylinder- und kugelförmigen Filterblöcke können auch mit Vortheil kreisrunde, 4—5 Cm. dicke Filterplatten zur Reinigung des Wassers benutzt werden, zumal wenn es sich um größere Wassermengen handelt.

Friedrich Ritter (a. a. O. S. 151 u. flgd.) beschreibt ein solches Filter, wie folgt (Fig. 29):

»Das Kohlenfilter besteht aus einer Büchse aus verzinntem Eisenblech von 20—30 Cm. Länge und 10—15 Cm. Durchmesser. Oben geht die Büchse in einen etwa daumdicken Hals aus, an welchen ein Kautschukschlauch aufgeschoben ist. Der untere Boden des Gefäßes besteht aus einem siebartig durchlöcherten Deckel, welcher sich durch jene Vorrichtung, die man mit dem Namen Bajonettschloß bezeichnet, auf die Büchse

befestigen läßt. Die Büchse wird mit den kreisrunden Filterplatten, deren Durchmesser gerade so gewählt ist, daß sie sich in die Büchse einschieben lassen, in der Weise gefüllt, daß zwischen je zwei Scheiben ein Ring aus Filz liegt, der möglichst dicht an die Wandung anschließt. Unter jener Scheibe, die unmittelbar über dem Boden zu liegen kommt, ist ebenfalls ein Filzring angelegt und wird die Büchse, nachdem sie mit den Platten aus plastisch-poröser Kohle und den Filzringen beschickt ist, geschlossen und in jenes Gefäß eingesenkt, welches das zu reinigende Wasser enthält (z. B. in ein Reservoir). Der Kautschukschlauch muß so lang sein, daß er außerhalb des Gefäßes um mehrere Decimeter tiefer herabreicht, als der Boden der Büchse im Innern des Gefäßes liegt. Beim Ansaugen des Schlauches preßt der äußere Luftdruck das Wasser durch die Platten. Das Wasser muß eine Filterplatte nach der anderen durchdringen und wird hierbei vollkommen gereinigt. Die unterste Kohlenplatte nimmt die größte Menge von Substanz auf und wird zuerst unwirksam, die oberste bleibt natürlich am längsten absorptionsfähig; daher wird man ein solches Filter um so länger benutzen können, je größer die Zahl der Filterplatten in demselben ist. Es ist aber nicht möglich, mit der Zahl der Filterplatten über eine gewisse Grenze hinauszugehen, weil sonst der Widerstand, den das Wasser in den Platten finden würde, so groß wird, daß die Filtration nicht mit der erwünschten Schnelligkeit vor sich gehen könnte.

Fig. 29.



Bei diesem Filter wartet man am besten nicht so lange, bis das ganze Filter unwirksam geworden ist, sondern hebt dasselbe nach einer gewissen Zeit aus dem Wasser, öffnet es, nimmt die unreinste unterste Platte heraus, legt sie bei Seite und auf die Platten oben eine neue auf. Dadurch wird die absorbirende Kraft der Platten auf das vollkommenste ausgenützt, indem jede Platte systematisch nach unten rückt und man nach Verlauf einer gewissen Zeit mit Sicherheit annehmen kann, daß die Platten, sobald sie am untersten Ende des Filters angelangt sind, nichts mehr zu absorbiren vermögen und der Reinigung zu unterziehen sind.

Bei Anwendung eines derartigen systematischen Ausnützens der Filterplatten reicht man mit einer verhältnißmäßig sehr geringen Zahl derselben aus, um ohne Unterbrechung bedeutende Wassermengen zu filtriren, und theilt sich die Arbeit in der Weise ein, daß eine gewisse Zahl von Platten in gereinigtem Zustande zur Beschickung des Filters vorhanden ist, unterdessen die gleiche Zahl von Platten, welche das Filter durchlaufen haben, der Reinigung unterzogen wird. Wegen der unvermeidlichen Abnutzung, welche die Platten bei der Reinigung erleiden, sowie des Brechens einzelner Platten wegen, muß man sich immer eine gewisse Zahl derselben in Vorrath halten, um gegen jede Unterbrechung in der Arbeit des Filtrirens geschützt zu sein.«

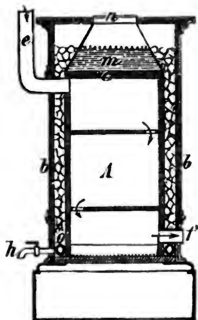
§ 46. Kohlenfilter von Perger in Breslau.

Zur Conservirung der Speisen, zur Trinkwasserreinigung und Luftverbesserung empfiehlt H. Perger in Breslau folgenden, ihm 1879 patentirten Apparat.*)

*) Dingler's polytechn. Journal, Bd. 237. S. 452.

Ein aus porösem Thone bestehender Behälter A (Figur 30) enthält die zu kühlenden Gegenstände; er ist von einem Thonmantel b b umschlossen und besitzt oben ein knieförmig gebogenes Rohr e, durch welches die zu kühlende Luft eintritt, die durch eine untere Oeffnung f wieder entweicht. Der Raum zwischen dem Behälter und dem äußeren Thonmantel ist mit Kohle gefüllt. Das zu filtrirende Wasser wird oben durch die Oeffnung n gegossen, fließt hierauf durch die Löcher bei m aus und sammelt sich in dem durchlöcherten Rohre o, von dem es durch den Hahn h abgelassen werden kann. Ein Theil des Wassers dringt durch die Deckelplatte c des Gefäßes und durch die Seitenwände des Kühlbehälters und kühlt die hier durchstreichende Luft.

Fig. 30.



Der Apparat ist wohl geeignet, das Trinkwasser zu reinigen und die Luft zu verbessern, jedoch zur Conservirung der Speisen möchten wir ihn nicht empfehlen, da im Gegentheil die künstlich angefeuchtete Luft unseres Erachtens nur der Verwesung förderlich sein wird.

§ 47. Das Londoner Kohlenfilter.

In Figur 31 ist der Durchschnitt eines Londoner Kohlenfilters wiedergegeben.*)

*) Iron, 1877, S. 616, u. Dingler's polyt. Journal, Bd. 228, Tafel 32.

Fig. 31.

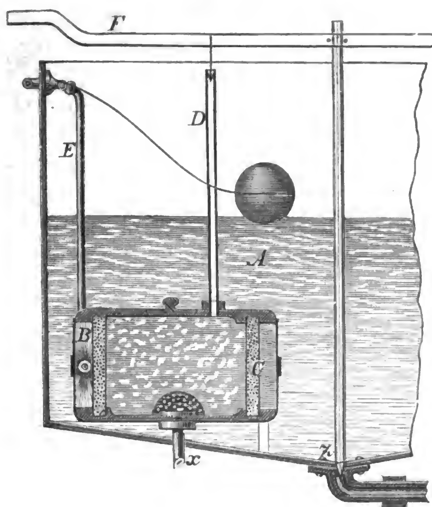


Fig. 32.

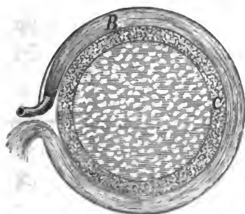
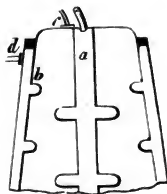


Fig. 33.



Das Wasser tritt durch E ein und fließt durch den schmalen Zwischenraum B, wobei es, wie die Figur 32 zeigt,

den filtrirenden Ring C von außen umspült. Es sammelt sich in A, bis durch den Schwimmer der Zufluß abgesperrt wird. Das gereinigte Wasser wird durch das verticale Rohr X abgelassen, während der im Behälter A abgesetzte Schlamm des Wassers bei Z abfließt, nachdem der Hebel H gehoben ist. Die Zuführung der atmosphärischen Luft zur Filtrirkohle geschieht durch das nach oben gehende Rohr D.

§ 48. Kohlenfilter von Haagen, Dawson u. A.

Handelt es sich bei der Filtration von Oelen und Fetten um eine gleichmäßige Erwärmung der zu filtrirenden Substanzen, so kann der patentirte, von A. van Haagen in Philadelphia erfundene Apparat Verwendung finden. Vorstehende Figur 33 stellt den oberen Theil dieses Filtrirapparates dar. Durch die Oeffnung c wird derselbe gefüllt und durch eine andere im Boden befindliche entleert. Die Erwärmung des Filterinhaltes geschieht einmal durch das mitten durch den Apparat hindurchgehende Dampfrohr a und sodann durch den von d aus in den Mantel b geleiteten Dampfstrom. Dieser Mantel und das Dampfrohr a sind mit Vorsprüngen versehen, welche die zu filtrirende Substanz zwingen sollen, sich gleichmäßig in die Knochenkohle zu vertheilen.

G. W. Dawson in Indianopolis benutzt ein an die Wasserleitung angeschraubtes und mit Holzkohle angefülltes, U-förmiges Rohr als Wasserfilter, während bei dem von J. Grant in Boston erfundenen Kohlenfilter das Wasser durch die zwischen zwei Sieben eingeschlossene Kohle hindurchfiltern muß.

Aehnlich wie die Bühring'schen Filter sind die von Ducommun in Paris construirt.

§ 49. Die Kohlenfilter für Zuckerfabriken und Branntweinbrennereien.

Zum Filtriren der Dünn- und Dicksäfte in der Zuckerfabrik wird ebenfalls Kohle mit ausgezeichnetem Erfolge verwendet. Die Kohlenfilter sind aus Eisenblech und erhalten (nach »des Ingenieurs Taschenbuch«, 1875, S. 578) eine Höhe von 2·5—7·0 Mtr. und eine Weite von 0·78—1·54 Mtr. (gewöhnliche Weite = 0·94 Mtr.). Diese Blechbehälter werden bis auf 0·47—0·63 Mtr. ganz mit Kohle angefüllt. Beim Filtriren von Dünn- und Dicksaft über dieselben Filter gebraucht man 18—20 Prozent Kohle vom Gewichte der verarbeiteten Rüben; bei Filtration von Dünn- und Dicksäften durch verschiedene Filter etwa 25 Prozent. Man verwendet Filterbatterien von 5—10 Filtern.

Die Filter beginnen erst 0·94—1·57 Mtr. über dem Fußboden und ragen nicht über 0·63—0·78 Mtr. über die Balkenlage hinaus. Ueber dem Raum sind die Saftkästen und Wasserbehälter aufgestellt.

Das Entfuseln von Alkohol geschieht in Filtern, die mit Holzkohle angefüllt sind, eine Höhe von 4·7—6·3 Mtr. und einen Durchmesser von 0·63—0·94 Mtr. haben. Es gebraucht (nach demselben Taschenbuch, S. 575) 1 Liter Alkohol à 50 Prozent Tralles an Holzkohle in Grammen:

	Kartoffel-	Getreide-
	Spiritus	
Fichtenkohle	36	44
Birkenkohle	28	60

	Kartoffel-	Getreide-
	Spiritus	
Lindenkohle	20	36
Elsenkohle	66	60
Eichenkohle	76	128
Weidenkohle	52	80

§ 50. Kohlenfilter mit Flügelpumpe.

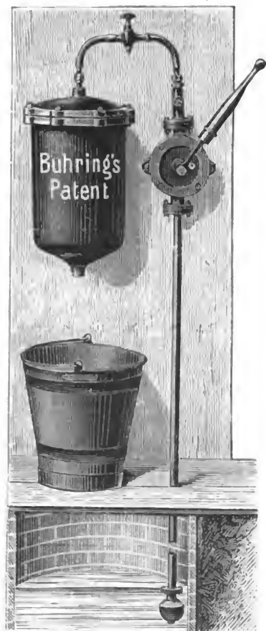
Der Versuch, das Kohlenfilter unmittelbar in einem Brunnen anzulegen, d. h. den Filterkasten mit einer kupfernen Ansatzröhre zu versehen und nahe dem Wasserspiegel oder seitwärts an die unten ganz geschlossene Saugröhre anzusetzen, um sofort beim Pumpen filtrirtes Wasser zu gewinnen, ist als mißlungen zu betrachten, weil das Einsetzen des Filterkastens und das Ausheben mit großen Schwierigkeiten verbunden ist und man nicht sogleich an das Filter gelangen kann. Jedenfalls ist es besser, das Filter unter die Brunnenmündung zu stellen und eventuell mit dieser so zu verbinden, daß unfiltrirtes Wasser nicht entnommen werden kann.

Braucht man in einer kurzen Zeit ein sehr großes Wasserquantum und steht keine Wasserleitung zur Verfügung, so benutzt man zweckmäßig ein Hochdruckfilter in Verbindung mit einer Flügelpumpe, wie es C. Bühring & Co. in neuester Zeit fabricirt. Dasselbe eignet sich vorzüglich zum Gebrauche in kleineren Ortschaften ohne Wasserleitung bei schon vorhandenen Saugpumpen, die der Gesundheit schädliches Wasser liefern, auf Schiffen u. s. w., überhaupt in allen den Fällen, wo man auf die Benutzung von schlechtem Fluß- und Regenwasser angewiesen ist. (Fig. 34.)

Das Filtrirmaterial ist am besten Asbestplatte mit granulirter Kohle und Kohlenblock.

Die angewandte Flügelpumpe zeichnet sich durch einfache Construction und leichte Handhabung aus. Sie arbeitet als Saug- und Druckpumpe, saugt unter Anwendung eines Aufsaugeventiles auf ca. 7 Meter Höhe und fördert das Wasser auf eine beträchtliche Höhe (ca. 20 Mtr.). Der an der Flügelwelle angebrachte, nach allen Seiten verstellbare Hebel ermöglicht das Pumpen in jeder beliebigen Stellung, und da er in der langen Führung nur eine halbe Drehung macht, ist die Abnutzung der Pumpe im allgemeinen nur gering.

Fig. 34.



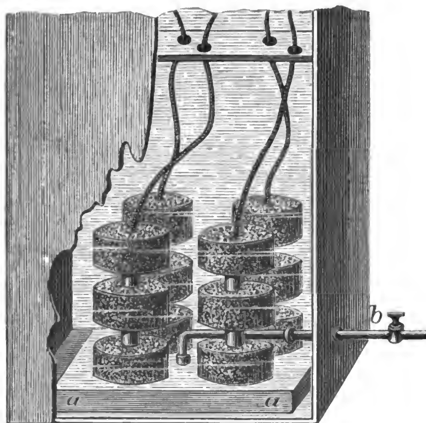
Die Aufstellung geschieht, indem man Filter und Pumpe an eine Wand, ein Brett oder einen Pfosten gut befestigt und die Pumpe mittelst eines Saugrohres aus Blei, Eisen oder Gummi mit dem Wasser im Brunnenschacht, im Flusse oder auf Schiffen mit den Wassertanks verbindet; der oberhalb der Pumpe angebrachte Doppelhahn gestattet, auch unfiltrirtes Wasser für häusliche oder gewerbliche Zwecke, wo dasselbe genügt, heraufzupumpen, wodurch das Filter natürlich geschont wird.

Die Füllung und Reinigung des Filters geschieht in der im § 44 näher beschriebenen Art und Weise.

§ 51. Das Kohlenfilter von Lorenz.

Ein beträchtliches Wasserquantum giebt auch das in Fig. 35 dargestellte, von H. Lorenz in Berlin empfohlene

Fig. 35.



Kohlenfilter,*) das auf einem verhältnißmäßig kleinen Raume eine große Filterfläche besitzt. In den Wasserbehälter bringt man eine oder mehrere Filtersäulen aus hohlen Kohlenscheiben (Hiefür möchten wir aus den in § 42 entwickelten Gründen volle Kohlenplatten empfehlen). Die Platten werden bei sehr flachen Behältern neben-, bei hohen aber übereinander an einen

*) Dingler's polyt. Journal, Bd. 228, S. 422.

niedrigen, nur 3 Cm. hohen, aus verzinntem Eisenblech hergestellten Kasten a befestigt.

In unserer Figur besitzt der Wasserbehälter 4 Filtersäulen à 3 Kohlenscheiben. Die oberste Kohlenscheibe einer jeden Säule erhält einen Gummischlauch, durch welchen die atmosphärische Luft aus dem Behälter entweicht. Das filtrirte Wasser wird durch die Röhre b abgelassen.

IV.

Die Papierfilter.

§ 52. Die Fabrikation des Filtrirpapieres.*)

Das aus Hadern hergestellte, ungeleimte Papier (Lösch- oder Fließpapier) ist sehr porös und kann zum Filtriren von grob verunreinigten Flüssigkeiten (von Kaffee, Thee, Bier u. s. w.) im kleinen benutzt werden, weil es die Flüssigkeit selbst durch seine Poren hindurchläßt, es kann aber nicht als reinigendes Filtrum angesehen werden, weil es die in der Flüssigkeit schwebenden, oft sehr zarten, die Trübung hervorrufenden Substanzen nicht zurückhält. Zum Filtriren von Trinkwasser, das zum mindesten keimfrei sein soll, ist also

*) Papier-Zeitung, 1880, S. 1139. — Dingler's polyt. Journal, Bd. 241, S. 237. — Karmarsch's und Heeren's technisches Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. III., S. 485 u. ff. — Karmarsch, Technologie, Bd. II., S. 1503, u. A.

Filtrirpapier nicht zu gebrauchen; ein keimfreies Wasser läßt sich selbst durch das vorzüglichste, mit sehr feinen Poren behaftete Papier niemals mit absoluter Sicherheit erzielen. Dazu kommt noch, daß das Papier häufig aus Abfällen weißer, wollener oder halbwollener Stoffe hergestellt wird, die als Unterkleider auf der bloßen Haut getragen wurden. Solche Stoffe sind alsdann stark mit Hautausdünstungen durchzogen und, falls das Zeug von einem Kranken getragen worden, oft mit ansteckenden Krankheitsstoffen behaftet.

Nun werden zwar bei gewissenhafter Fabrikation des Filtrirpapieres die Hadern mit klarem Regenwasser mehrere Male sorgfältig und so lange gewaschen, bis der Stoff ganz klar aussieht; aber da gerade die wollenen Kleidungsstücke begierig Ansteckungsstoffe aufsaugen und mit großer Zähigkeit festhalten, so ist es empfehlenswerther, die Papiermasse chemisch zu reinigen.

Nach J. R. Mallet in Calcutta (englisches Patent vom Jahre 1880) werden die Filter, mit welchen Genußmittel filtrirt werden sollen, in einem conischen Stücke hergestellt, indem man hohle Kegel aus wasserdurchlässiger, also poröser Masse in den Papierbrei eintaucht und durch Ansaugen eine entsprechende Menge von Fasern auf diesem Kegel ablagert, welche nach dem Trocknen sofort, oder besser, wie bemerkt, erst nach Vornahme einer chemischen Reinigung, als Filtrirstoff benützt werden können.

Im Papier kommen fast immer, wenn auch gewöhnlich nur in ziemlich geringer Menge, Eisenoxyd und Kalk vor. Um diese Substanzen aus dem Filtrirpapier herauszuschaffen, ist es nöthig, das Papier in verdünnte Salzsäure einzulegen und darauf so lange mit durchaus reinem, am besten destillirtem Wasser auszuwaschen, bis das ablaufende

Wasser bei Behandlung mit salpetersaurer Silberauflösung nicht die geringste Trübung mehr zeigt.

Das Filtrirpapier darf ferner nicht löcherig sein und muß eine verhältnißmäßig große Festigkeit besitzen, um gegen Zerreißen möglichst gesichert zu sein. Flüssigkeiten, welche das Papier stark angreifen würden, also alle starken Säuren, Alkalien u. s. w. dürfen durch Filtrirpapier nicht gegossen werden; man benutzt hierzu besser festere Gewebe, mit Vortheil z. B. ein Asbestgewebe.

Das Filtrirpapier wird sich am besten für chemische Arbeiten eignen, d. h. zu Klärungen von Säften, Tinkturen, Oelen u. s. w. und auch zum Filtriren von Metallen. Lange Zeit hindurch galt das sog. »schwedische« Filtrirpapier, welches das Wasserzeichen »H. Munktell« führt, als das vorzüglichste; in neuerer Zeit fabricirt auch die bekannte Firma Carl Schleicher & Schüll in Düren ein Filtrirpapier, welches nach dem Urtheile hervorragender Fachmänner das schwedische noch übertrifft.

Zur Filtration von Lacken, Fruchtsäften, Syrupen und Oelen ist ein besonders dickes und kräftiges Papier zu verwenden, das dem Filtrat keine abgelösten Fäserchen mittheilt (Nr. 591 der Fabrik von Schleicher & Schüll).

Für Wasser- und Tinkturenfiltrationen empfiehlt sich ein dünneres, chlorfreies und geschmackloses Papier (Nr. 595); zu Filtrationen von Extractlösungen wählt man zweckmäßig ein mitteldickes, vollkommen weißes und reines Filtrirpapier (Nr. 597), während endlich überall da, wo sehr feine Niederschläge zurückzuhalten und schwere, bezw. größere Quantitäten auszuwaschen sind, ein besonders dickes und weiches (Nr. 598) mit Vortheil zu verwenden ist.

Alle diese Filtrirpapiere von Schleicher & Schüll werden kreisrund mit 5·5—50 Cm. Durchmesser hergestellt und sind aus möglichst kalk- und eisenfreien Rohmaterialien bereitet, so daß sie nur Spuren von Kalk und Eisen enthalten können. Beim Verbrennen hinterlassen sie nur äußerst geringe Mengen von Asche, z. B. ein kreisrundes, 15 Cm. Durchmesser besitzendes Papier Nr. 595 nur 0·00345 Gramm, Nr. 597 nur 0·00700 Gramm; dieser Aschengehalt wird garantirt und ist auf jedem Packete angegeben.

Seit einiger Zeit fabricirt dieselbe Firma auch runde, mit Salzsäure und Flußsäure ausgewaschene Papierfilter (Nr. 589 und 590) von 5·5—15 Cm. Durchmesser, deren Aschengehalt fast gleich Null ist. (Er beträgt z. B. bei einem 5·5 Cm. breiten Papier Nr. 590 nur 0·000031 Gramm.)

Die Festigkeit dieser Filtrirpapiere ist trotz der Behandlung mit diesen Säuren nicht gemindert.

Das Papier Nr. 589 eignet sich besonders für Filtrationen von Extractlösungen und Säuren, das Filter Nr. 590 zeigt die Structur des schwedischen (H. Munktell Nr. 1). Beide filtriren schneller als das schwedische und halten bei rationeller Behandlung die feinsten Niederschläge zurück.

Endlich liefert auch seit kurzer Zeit diese Fabrik sog. Faltenfilter (Nr. 588) kreisrund mit 12·5—38·5 Cm. Durchmesser, aus bestem, chlorfreien und vollkommen geschmacklosen Rohstoffe, die schnell filtriren und selbst bei voller Belastung im größten Formate nicht reißen.

Zum Entfärben mancher Flüssigkeiten wird auch gern und mit Vortheil ein ungeleimtes, kohlenhaltiges Filtrirpapier (sog. Kohlenpapier) verwendet, das man erhält, wenn man dem Ganzzeug gepulverte, am besten thierische Kohle (Spodiumpulver) beimengt (englisches Patent von Jahre 1881,

S. H. Johnson in Stratford) oder die Kohle beim Kautschen des Papieres auf den frisch aufgelegten Bogen streut und durch einen zweiten, darauf gekautschten Bogen bedeckt.

§ 53. Die Verwendung des Filtrirpapieres.

In chemischen Laboratorien wird das zu Filtrirungen bestimmte Fließpapier gewöhnlich in kreisförmige Scheiben zerschnitten und nach zwei, sich rechtwinkelig kreuzenden Durchmessern zusammengefaltet, oder es wird das Papier quadratisch zugerichtet, zweimal in Richtung der Diagonalen zusammengelegt und am Rande bogenförmig abgeschnitten. Letzteres geschieht am besten mit Benutzung einer, von Mohr zum Rundschneiden angefertigten Filterschablone aus Weißblech oder mit der Stephenson'schen Vorrichtung, die aus einer metallenen Scheibe besteht, auf welcher ein in einer Kreislinie beweglicher Arm mit verstellbarem Messer angebracht ist.

Die so gefertigten Filter sind die gebräuchlichsten.

Man kann das Filtrirpapier aber auch fächerförmig zusammenfalten (Fächer- oder Sternfilter), indem man das halbkreisförmige Stück einmal zusammenfaltet, oder endlich, zur Ersparniß an Papier, nach Stolba die halbkreisförmige Papierscheibe auf einen Quadranten zusammenlegen und den offenen Rand zwei bis dreimal falten. Solche Papierfilter legen sich nicht glatt an die Glaswand des Trichters, lassen also mehr Flüssigkeit hindurch und sind wirksamer als die glatten Filter, welche nur an der Spitze des Trichters eine geringe Filterfläche besitzen.

Die Filtrirpapiere werden entweder in Trichter oder in Filtrirtassen aus Glas, Porzellan u. s. w. eingesetzt; erstere sind im allgemeinen zweckmäßiger und sowohl für die

gewöhnlichen glatten, als auch für die gefalteten Papierfilter passende Träger. Der mit der Spitze nach abwärts gerichtete Hohlkegel muß überall gleichmäßig an der Trichterwand anliegen. Die Trichtergröße ist so zu wählen, daß der Trichterrand mindestens einige Millimeter den Rand des Papieres überragt, auch muß der Trichter so beschaffen sein, daß seine Wände einen Winkel von etwa 60° — bei sehr großen auch 50° — einschließen und sein Hals sich nicht allmälig erweitert, sondern mit einem möglichst scharfen Winkel absetzt. »Anderenfalls,« bemerkt Professor Gintl,*) dessen Arbeit wir in diesem Paragraphen zumeist folgen, »legt sich das Filter nicht gut an die Trichterwand und bleibt dem Reißen leicht unterworfen. In Folge des Umstandes, daß glatte Filter an der Trichterwand fest anliegen, wird die Filtration bei Anwendung solcher Filter in Trichter nicht unwesentlich verlangsamt, und ist es daher, wenn rasche Filtration beabsichtigt wird, zu empfehlen, statt der glatten Filter die gefalteten (Falten- oder Sternfilter) zu verwenden, die eine größere filtrirende Fläche bieten. Solche Filter muß man indessen mit ihrer Spitze ziemlich tief in den Trichterhals eindrücken, da sie sonst leicht reißen.«

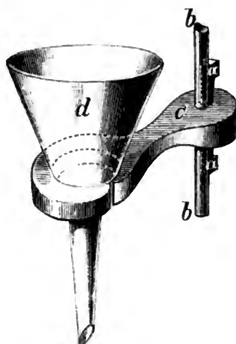
Der Trichter wird entweder unmittelbar auf eine Flasche oder ein anderes Gefäß, oder auf ein Stativ gesetzt, damit die filtrirte Flüssigkeit in einem Becherglase gesammelt werden kann, an dessen Innenwandung sich die Spitze des Trichters anlegt. Sehr praktische und einfache Filtrirgestelle ohne Metallklemmen und Schrauben, nur mit Holzkeilen versehen, hat A. Bosch in Arnheim hergestellt, von denen wir in Figur 36 die Abbildung eines einarmigen Gestelles bringen. Es bezeichnet

*) Karmarsch's und Heeren's technisches Wörterbuch. III. Aufl. Bd. III. S. 485 u. flgd.

a den Holzkeil, b den Stab des auf dem Tische befestigten Holzstativs, um welchen sich das Filtergestell c mit dem Trichter d drehen läßt. — Von der genannten Firma werden aber auch zweiarmige Gestelle geliefert.

Für kleinere Filter kann man statt der Trichter, wie bemerkt, sog. Filtrirtassen aus Glas, Porzellan oder Holz benutzen, für große Filter im allgemeinen nicht, weil der Druck der in den hohlen Papierkegel eingegossenen Flüssigkeit zu groß und ein Zerreißen des feuchten und daher weniger widerstandsfähigeren Papieres leicht herbeigeführt wird, selbst wenn man das Filterpapier zur Erhöhung der Festigkeit doppelt oder gar dreifach übereinandergelegt (doppelte Filter, dreifache Filter) verwendet. Letzteres ist überhaupt nicht zu empfehlen, weil dadurch die Filtrationsgeschwindigkeit erheblich vermindert wird. Die Festigkeit des Filters wird besser nach dem Vorschlage von Pichot und Malapert dadurch erhöht, daß man in die Mitte eines jeden Bogens eine runde Gaze- oder Batistscheibe einlegt.

Fig. 36.



Die Filtrirtassen erhalten in der Mitte einen kreisrunden Ausschnitt, in welchen man das aufgerollte, conische Filter mit der Spitze nach abwärts gerade wie bei den Trichtern einsetzt. Die Tasse wird dann ebenfalls auf die Mündung des Gefäßes gelegt, mit dem man die filtrirte Flüssigkeit auffangen will.

§ 54. Die Filtrationsgeschwindigkeit und die Mittel zur Beschleunigung derselben.

Die Ergiebigkeit beträgt z. B. beim glatten, kreisrunden Filter von 15 Cm. Durchmesser pro Secunde:

1. beim schwedischen Filtrirpapier		circa	0·5 Kbcm.	Flüssigkeit
2. bei Papier Nr. 595	von	»	0·7 »	»
3. » » » 597	Schleicher und	»	1·7 »	»
4. » » » 598	Schüll	»	3·0 »	»

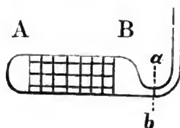
Um die Filtrationsgeschwindigkeit zu beschleunigen, sind verschiedene Mittel in Vorschlag gebracht worden. Zunächst kann man mit Druck filtriren, dann muß aber das Filtrirpapier so stark sein, daß es nicht zerreißen kann. Man benutzt hiebei das obenerwähnte Pichot'sche Papier, oder einen siebartig durchlöcherten Hohlkegel aus dünnem Platinblech, oder man legt unter die Spitze des Trichters Pergamentpapier u. s. w.

Die Anwendung der Trichter mit glatten Filtern hat den Nachtheil, daß besonders bei höherer Druckanwendung die wirksame Filterfläche auf eine sehr geringe Größe herabgemindert wird, weil jene Stellen des Papieres, die fest an der Trichterwand anliegen, fast gar keine Flüssigkeit hindurchlassen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, empfiehlt Dr. Fleitmann die Anwendung mehrerer, ineinander geschachteter Papierfilter. Dr. Hempel sucht die wirksame Filterfläche dadurch zu vergrößern, daß er Glastrichter verwendet, die mit strahlenförmig laufenden, eingeätzten Linien versehen sind. Professor Karl Zulkowsky empfiehlt einen von ihm erfundenen Filtrirapparat, bei welchem cannelirte Platten als Auflage für das Filtrum dienen. Da dieser Apparat manche Nachtheile der bisherigen Filtration beseitigt und eine vielseitige Anwendung

zuläßt, so wollen wir eine ausführlichere Beschreibung desselben folgen lassen, d. h. einen Auszug aus einem Aufsatze des Polytechnischen Journales von Dingler (Band 225, Seite 126), in welchem Professor Zulkowsky seine Erfindung und deren Anwendung erläutert.

Um dem Papiere einen sicheren Halt zu gewähren, ist dem Sauger eine cylindrische Gestalt zu geben. Der Filtrirapparat besteht aus einem kurzen, an einer Seite zugeschmolzenen Glasrohr AB (Figur 37), dessen Länge 70—100, dessen Durchmesser 20—25 und dessen Glasdicke 1·5—2 Mm. beträgt. Das Glasrohr ist an seiner äußeren Oberfläche mit gitterartig angeordneten und etwa 1 Mm. weiten Canälen versehen die circa 5 Mm. von einander abstehen und durch Einschleifen bis zur halben Glasdicke erhalten werden. (Durch Aetzen mittelst Flußsäure gelingt es sehr schwer, gute Streifungen zu erzielen.)

Fig. 37.



An den Kreuzungsstellen sind an etwa 6 Punkten 1 Mm. weite Löcher gebohrt, die möglichst weit von einander abstehen sollen, weil sonst sehr leicht beim Bohren ein Sprung entsteht, wenn man den Bohrer in geringer Entfernung der schon vorhandenen Löcher ansetzt.

Die Canäle bezwecken eine Vergrößerung der wirksamen Filterfläche und vermitteln gleichzeitig den Abfluß der filtrirten Flüssigkeit. Der Saugcylinder wird mit einem Kork- oder Kautschukstöpsel geschlossen, durch dessen Bohrung ein enges, aber etwas dickwandiges, somit auch festes Glasrohr (a, Fig. 38) hindurchgeht, welches je nach Umständen mit einem zu evacuirenden Gefäße direct oder mit Hilfe eines Kautschukschlauches verbunden wird.

Als Filtrirmaterial verwendet man Filtrirpapier, gereinigten Kattun oder beide zugleich und zwar in folgender Weise: Man schneidet einen Streifen von Papier oder Kattun ab, dessen Breite um etwa 1 Cm. größer ist als die Entfernung der an den Enden des Saugcylinders befindlichen Ringcanäle und umwickelt letzteren mit dem vorher benetzten Streifen zwei- bis viermal — so zwar, daß die Papier- oder Kattunränder obige Ringcanäle um 5 Mm. übergreifen. Der faltenlos aufgewickelte Streifen wird mit Zwirnfäden an den Enden befestigt. In den meisten Fällen reicht man mit einem dichtgewebten, von der Appretur durch Auskochen befreiten Kattun (Hemdenshirting) aus; bei besonders feinpulverigen Niederschlägen giebt man zuerst eine Papier- und zum Schutze derselben eine Kattunlage.

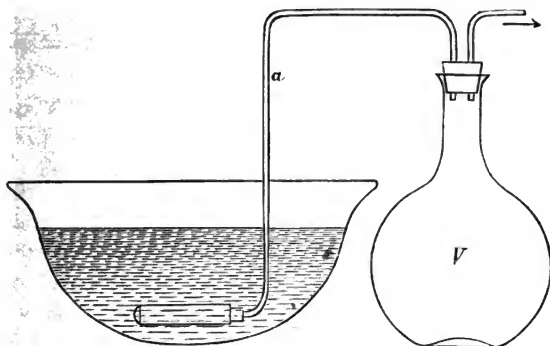
Der Sauger wird in das Füllungsgefäß nur dann senkrecht eingesenkt, wenn dasselbe flaschenartig gestaltet, oder die Masse des Niederschlages so bedeutend ist, daß der erstere von demselben ganz bedeckt wird. In solchen Fällen muß das Saugrohr bis zu dem unteren Ende herabreichen, damit die in den Sauger eintretende Flüssigkeit vollständig abgesogen werden kann, auch empfiehlt es sich, den Sauger nicht sogleich in den Niederschlag, sondern mit Hilfe eines Stativs oder dergl. zuerst knapp über denselben einzusenken, damit die Filtration nicht unnöthigerweise durch den an den Sauger abgelagerten Niederschlag verlangsamt werde.

Sind die Niederschläge in Bechergläsern, großen Füllungscylindern, Schalen vorhanden, so ist es zweckmäßiger, wenn der Sauger in horizontaler Lage, wie in Figur 38, eingesenkt wird, ja es ist dies sogar unerläßlich, wenn die Menge des Niederschlages zur völligen Bedeckung des Saugers unzureichend wäre. — —

Ganz gut bewährt haben sich auch bei Anwendung glatter Filter Glasstäbchen, welche zwischen Filter und Trichterwand gestellt, oder Trichter mit geriefter und durchlöcherter Innenwand.

Wolff empfiehlt, statt der Trichter, kegelförmige Gestelle aus verzinktem Eisendrahte zu benutzen, dieselben vermögen das

Fig. 38.



Filtrirpapier genügend zu stützen und gestatten ein ziemlich schnelles Filtriren.

Bunsen hat einen Apparat construirt, bei welchem die Mündung des Trichters in einen luftleeren Behälter endigt, so daß das ganze auf der zu filtrirenden Flüssigkeit ruhende Gewicht der Atmosphäre die Flüssigkeit durch die Poren des Filtrums drückt und eine Filtrationsbeschleunigung herbeiführt. In Figur 39 ist dieser vielbenutzte und sehr empfehlenswerthe Apparat abgebildet. Ein starkwandiger Glaskolben K ist mittelst eines zweimal durchbohrten Kautschukstöpsels ver-

schlossen. Das erste Bohrloch enthält ein gebogenes Glasrohr, welches durch einen Gummischlauch R mit einer Wasserluftpumpe, oder mit irgend einer anderen Saugvorrichtung verbunden ist. In der zweiten Durchbohrung befindet sich das Ablaufrohr des Trichters T, das dicht schließt. Die frei im

Fig. 39.

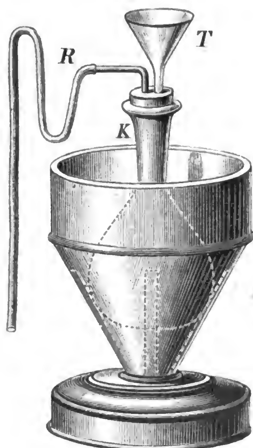
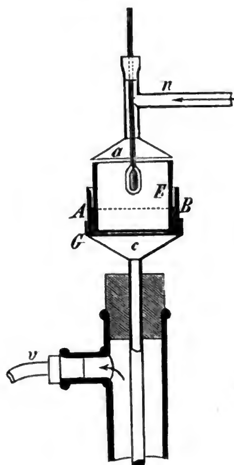


Fig. 40.



Trichter schwebende Spitze des Filtrirpapieres, welche besonders leicht von dem starken Drucke zerrissen wird, schützt man sehr zweckmäßig durch einen kleinen, aus dünnem Platinblech hergestellten Hohlkegel.

§ 55. Das Monnier'sche Papierfilter.

Bei dem von Monnier in Paris erfundenen und demselben patentirten Filter ruht auf dem aus Drahtnetz hergestellten Boden c eines Cylinders A B (Figur 40) eine

Papierscheibe, welche durch einen zweiten, offenen, mit dem unteren Rande auf der Platte G ruhenden Cylinder F festgehalten wird. Die Papierscheibe erhält durch ihre Unterlage eine große Festigkeit und kann nicht zerreißen, selbst wenn mit starkem Drucke filtrirt wird.

Das Filtriren geht sehr schnell vor sich, sobald die Luft aus der Filterfläche durch das Rohr v abgesaugt ist. Also auch bei diesem Apparate wird wie bei dem oben beschriebenen Bunsen'schen der Druck der Atmosphärenluft zur Beschleunigung des Filtrationsprocesses benutzt. Die mechanischen Verunreinigungen der Flüssigkeit breiten sich in gleichmäßiger Schicht auf dem Filtrirpapier aus, das nicht nach jeder einzelnen Filtration erneuert zu werden braucht, sondern leicht wieder getrocknet werden kann, indem man auf den Apparat den Deckel a mit Thermometer aufsetzt und durch das Rohr n, welches im Innern mit einer unoxydirbaren Metallschicht versehen ist, Luft eintreten läßt (einsaugt), die durch eine unter n befindliche Spiritus- oder Gasflamme erwärmt wird. (Dingler, Bd. 246. S. 370.)

V.

Die Gewebefilter und die Filterpressen.

§ 56. Einfache Zeugfilter.*)

Schon die alten Culturvölker haben trübes Wasser dadurch geklärt, daß sie es durch Wolle seiheten, und Wollenzeuge werden auch noch in unserer Zeit nicht selten zur Filtration verunreinigter Flüssigkeiten benutzt, besonders wenn es sich um Klärung sehr großer Flüssigkeitsmengen handelt.

Die Zeugfilter eignen sich indessen nur für gröbere Filtrationen; sie vermögen nur eine Klärung des Wassers und anderer Flüssigkeiten hervorzurufen und haben den Nachtheil, daß sie leicht selbst in Fäulniß gerathen.

Bei diesen Filtern kann das Filtriren durch ein poröses Gewebe und in Spitzbeuteln aus Leinwand, Flanell oder besser aus Filz (z. B. für Klärungen von Kaffee oder von Brennöl nach der Behandlung mit Schwefelsäure) vorgenommen werden oder auf Seihetüchern aus einem Stück (Filtertüchern, Filzplatten). Man hat auch zur Filtration ungegerbte Thierhäute, Pferdehaare, baumwollene Dochte, Scheerwolle u. s. w. oder Schießbaumwolle und ein Gewebe aus Amiant und Asbest benutzt; letztere sind besonders für

*) Ritter, Wasser und Eis. — P. A. Maignen, Water preventable disease and filtration. 2. Aufl. S. 13 u. 14. — Industrieblätter 1879. S. 135. — Dingler's polyt. Journal, Bd. 231, S. 164; Bd. 243, S. 248; Bd. 246, S. 194 u. s. w.

die Filtration scharfer Säuren und Laugen recht empfehlenswerth, weil sie der Einwirkung derselben nicht unterliegen.

In der Regel befestigt man diese Filtergewebe auf hölzerne viereckige oder runde Rahmen, die mit spitzen, vorstehenden Nägeln versehen sind (sogen. Tenakel), oder bringt sie (z. B. die Filterbeutel) in einem Trichter oder in einem anderen geeigneten, mit durchlöchertem Boden versehenen Behälter an.

Ein bei der Oelraffinerie seiner großen Einfachheit wegen häufig gebrauchtes Filter besteht aus einem Faß mit vielfach durchlöchertem Boden, durch dessen Oeffnungen baumwollene Dochte, oben mit einen Knoten versehen, hindurchgezogen werden.

Zum Sammeln von Niederschlägen und zum Auswaschen derselben werden im Großbetriebe sogen. Seihbottiche benutzt. Das sind Behälter aus Holz oder Metall, die dicht über ihrem eigentlichen Boden einen anderen, mit Löchern oder Schlitzen versehenen und mit irgend einem Zeugstoff überspannten Boden besitzen. Die Flüssigkeiten, aus welchen die Niederschläge gewonnen werden sollen, werden oben in den Behälter gegossen; die abfiltrirten Stoffe bleiben auf dem Zeuge liegen, während sich die geklärten Flüssigkeiten unten in dem Raume zwischen den beiden Böden sammeln und hier abgelassen werden. Will man den Filtrationsproceß beschleunigen, so muß man die Abflußöffnung mit einem luftleer gepumpten Gefäß verbinden.

In Zuckerfabriken wendet man zum Filtriren in neuerer Zeit u. a. auch (nach dem patentirten Verfahren von L. Lots in Schärbeck und A. E. Tison in Brüssel) horizontale Säcke an, die von Röhren aus Metallgewebe eingeschlossen sind. (Vergl. auch § 57.)

F. A. Maignen in London und J. Rétif in Lyon verbinden den Wasserbehälter (A in Fig. 41) mit dem Filter-

Fig. 41.

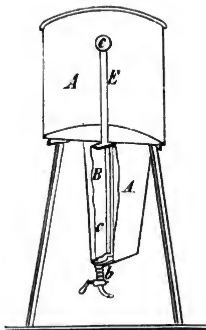


Fig. 42.

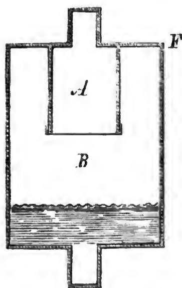
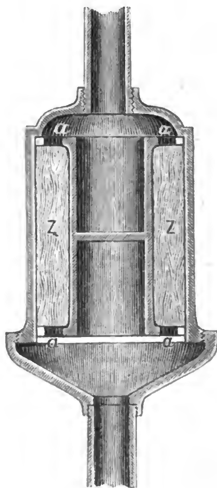


Fig. 43.



rahmen (B), welcher mit einem Gewebe (c) bespannt und mit geeigneten Filtrirmaterialien umgeben ist. Je nach der Menge des (bei b) abgelassenen Wassers tritt durch das oben mit Baumwollenbausch (e) geschlossene Rohr (E) von außen Luft ein.

Versuche von F. Reinsch sollen ergeben haben, daß das Wasser beim Filtriren durch Baumwollentuch vollkommen geruchlos, ohne Farbe und Geschmack und völlig frei von niedrigen Organismen (? der Verf.) abfließt. Das bei diesen Versuchen von ihm benutzte Filter (Fig. 42), bestand aus 2 Blechcylindern, von denen der eine, und zwar der innere (A), unten mit einem feinen Baumwollentuch geschlossen war, während das äußere Blechgefäß (B) schwach zusammengepreßte Baumwolle enthielt. In den inneren Cylinder mündete die Einflußröhre, in den äußeren die Ausflußröhre; ersterer sollte zum Zurückhalten der größeren mikroskopischen Thierchen und des größeren Theiles der Diatomeen dienen, welche die Oberfläche der Baumwolle verschleimen können, während der äußere Cylinder dazu bestimmt war, die kleinsten beweglichen Organismen, die färbenden und riechenden Stoffe aus dem Wasser zu entfernen.

Um das Wasser direct beim Schöpfen zu reinigen, verwendet man an Pumpenbrunnen nicht selten Zeugfilter, welche sich leicht in dem Pumpenstiefel eines Brunnens anbringen lassen. Die nebenstehende Abbildung 43 veranschaulicht das Princip einer derartigen Vorrichtung, die F. Ritter (a. a. O. S. 136) folgendermaßen beschreibt:

»In den Stiefel wird ein Cylinder aus Metall a . . a eingesetzt, in welchem ein kleinerer Cylinder befestigt ist; letzterer ist mit einem Bande Z aus porösem Stoff — gewöhnlich nimmt man hierzu Flanell — fest umwickelt. Wenn gepumpt wird, muß das Wasser durch das Flanell streichen und läßt in demselben die trübenden Bestandtheile. — Man giebt bei Anwendung solcher Filter dem Pumpenstiefel zweckmäßig eine solche Einrichtung, daß man das Filter ohne

Schwierigkeit herausnehmen und dasselbe durch ein neues ersetzen kann.«

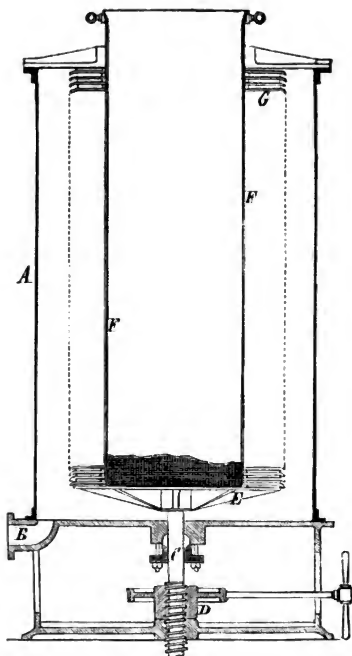
§ 57. Metallgewebefilter.

Gerville in Hamburg hat sich ein kleines, etwa guldengroßes, nur wenige Centimeter hohes, mit doppeltem Drahtnetze versehenes Filter aus Nickel patentiren lassen, welches mit einem kurzen Kautschukschlauch an den Hahn der Wasserleitung befestigt wird. Dieses kleine Filterchen, mit dem wir mehrere Versuche anstellten, vermag wohl das Leitungswasser von den allergröbsten Verunreinigungen zu befreien, aber niemals ein keimfreies Wasser zu schaffen, und es hat noch den Uebelstand, daß es sehr leicht durch den Druck des Wassers von dem Hahne abgerissen wird.

Um eine Klärung des Brunnenwassers sofort in der Pumpe selbst herbeizuführen, kann dicht bei der Mündung des Stiefels auch ein einfach construirtes Metallgewebefilter eingeschaltet werden, das aus einem Hohlcylinder besteht, der oben und unten mit möglichst engmaschigen Drahtsieben verschlossen ist. Der Hohlraum des Cylinders ist dann häufig noch mit irgend einer stark porösen Filtermasse (z. B. mit Wolle, Filz- oder Flanellscheiben u. s. w.) ausgefüllt, welche selbstverständlich nach längerem oder kürzerem Gebrauche erneuert oder gereinigt werden muß. Wir halten das Anbringen des Filters im Innern der Pumpe, wie wir bereits im § 50 bemerkten, nicht für rathsam, weil das Einsetzen und Ausheben des Filters, die Untersuchung seiner Verunreinigung u. s. w. mit Schwierigkeiten verknüpft ist; viel richtiger wäre es, unserer Ansicht nach, das Filter an der Ausflußöffnung der Pumpe zu befestigen, an die man zu jeder Zeit leicht gelangen kann.

Ein kleines Metallfilter besitzt bekanntlich jede Pumpe und zwar in dem Siebe (dem Seiher oder Filterkorb) am

Fig. 44.

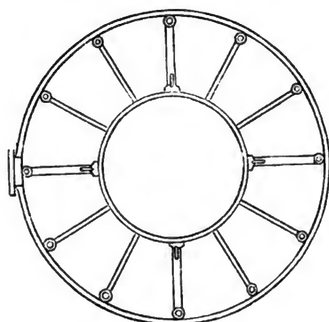


Ende ihres Saugrohres. Dieses Sieb soll grobe Verunreinigungen (Sand, Steinchen u. s. w.) von dem Brunnenwasser fernhalten und ist nur in seinem oberen Theile perforirt, um zu verhindern, daß bei jeder Förderung durch den Auftrieb

des Wassers Sand in das Saugrohr gelangt und die Ventile verstopft. Wir haben im § 35 diesen wichtigen Constructionstheil der Pumpe ausführlicher beschrieben.

F. A. Bonnefin in London, der Erfinder mehrerer Filtrirapparate, hat sich auch ein Filter patentiren lassen, dessen Einrichtung aus den Fig. 44 und 45 zu ersehen ist. In einer cylinderförmigen Kammer kann mit Hilfe einer

Fig. 45.



Ausflußöffnung B eine theilweise Luftleere erzeugt und erhalten werden. Durch den Boden dieser Kammer A geht eine, durch Drehung der Mutter D zu hebende oder zu senkende Schraubenspindel C, welche eine Platte E mit einem, aus durchlöchertem Metallblech gefertigten, cylinderförmigen Behälter F trägt. Diesen letzteren umgeben die Filtrirstoffe, Gummi und dicker, aber loser Filz in abwechselnder Reihenfolge bis hinauf zum Deckel des Gefäßes A, der mit Bolzen befestigt wird. Die Platte E wird durch die Schraubenspindel C um ein gewisses Stück in die Höhe geschraubt und dadurch

das Filtrirmaterial so weit zusammengepreßt, daß es keine ungelösten Stoffe mehr hindurchlassen kann.

Um ein recht dichtes Metallgewebe, wie es eine wirksame Filtration unbedingt erfordert, zu erhalten, wird nach dem patentirten Verfahren von Temmel in Lyczkowice ein feines Gewebe aus Metalldraht in Richtung der Kette und in der des Schusses dicht gehämmert und hierauf durch Walzen gestreckt.

(Siehe auch das Kapitel: Filterpressen).

§ 58. Oelreinigungsapparat von Köllner.

Dieser, in allen Industrieländern patentirte Apparat des Maschinenmeisters A. Köllner in Neumühlen bei Kiel dient zur Reinigung von Tropföl, Talg und consistentem Fett.

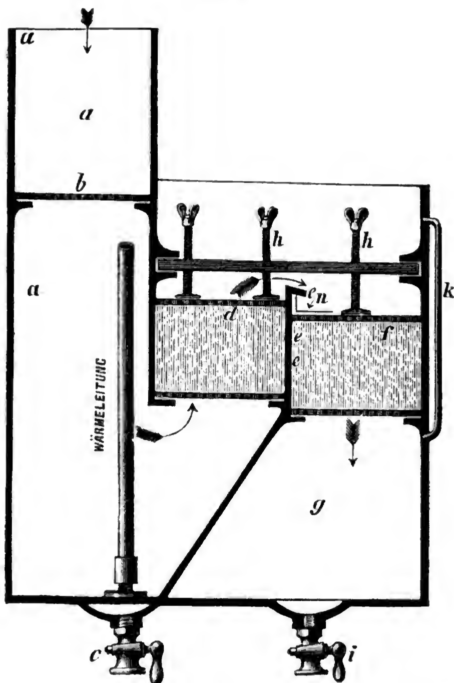
Zur Reinigung von Tropföl erhalten diese Filter ein Dampfzuleitungsrohr, um das Oel auf 60—100° C. je nach seiner Consistenz erwärmen zu können, dagegen einen Dampfmantel, falls Talg oder consistentes Fett gereinigt werden sollen, damit diese Substanzen genügende Wärme erhalten und leichtflüssig werden.

Kleinere Apparate, die täglich nur 1—3 Kgr. Oel oder Fett reinigen sollen, werden ohne Dampfleitungsrohr und ohne Dampfmantel hergestellt. Zum Erwärmen und Flüssigmachen des Fettes u. s. w. stellt man sie auf ein Dampfrohr, einen Dampfcylinder, Dampfkessel, Ofen oder über eine Gasflamme.

Figur 46 stellt einen Oelreinigungs-Apparat mit Dampfzuleitungsrohr im Schnitt dar. Der Raum a wird mit dem, mit Oelfänger und Leckschalen bei den Maschinenlagern aufgefangenen, schmutzigen Tropföl bis oben angefüllt. Der Schmutz

und das mitunter im Tropföl befindliche Wasser lagern sich am Boden ab und können durch den Hahn c zeitweise (vielleicht alle 14 Tage einmal) aus dem Raume a entfernt werden.

Fig. 46.



Das so vom gröbsten Schmutz und vom Wasser befreite Oel drängt sich allmälig durch sein eigenes Gewicht von unten nach oben durch den mit Twist (Baumwollenabfällen) vollge-

preßten Kasten d, steigt über die Scheidewand e, läuft durch den, wiederum mit Twist gefüllten Kasten f und sammelt sich schließlich geklärt in dem Raume g, von wo es nach Bedarf durch den Hahn i abgelassen werden kann. Das Luftröhrchen k gestattet der im Raume g befindlichen Atmosphärenluft freien Ein- und Austritt. Damit der Schmutzablaßhahn c durch Putzhadern, Putzwolle u. s. w. nicht verstopft wird, ist im Raume a ein Siebblech b angebracht.

Durch die Druckschrauben h kann die Twistpressung im Apparat regulirt werden. Dieser Twist ist zu fest zusammengepreßt, wenn das Oel durch ihn zu langsam dringt, und das gewünschte Quantum nicht filtrirt wird, und er ist zu lose oder zu lange im Gebrauch, wenn das Oel nicht vollständig klar aus i abfließt.

Der Twist soll aus reinen, weißen, gut durchgezupften Baumwollenabfällen oder auch aus Watte bestehen und der Raum nach allen Ecken und Seiten gut fest eingestopft werden.

Das auf das Siebblech im Twistkasten f gelegte Weißblech n leitet das Oel nach der Mitte des Twistes, denn ohne dieses Blech würde das Oel dicht an der Scheidewand e ablaufen und den Twist nur einseitig berühren, und außerdem ist auf dem Weißblech leicht zu sehen, ob das Oel aus dem ersten Twist rein oder schmutzig, langsam oder schnell abläuft, ob also dieser erste Twist festgeschraubt oder gelockert werden muß.

Ist der Raum a bis oben mit dem schmuitzgen Oel u. s. w. angefüllt, so kann man nach 3—6 Stunden — je nach Größe des Apparates — das filtrirte, klare Oel aus g ablassen.

Dieser Apparat ist sehr empfehlenswerth, er ist in zahlreichen Exemplaren in allen Industrieländern verbreitet und

funktionirt zuverlässig selbstthätig. Er kann auch, mit geringen Aenderungen versehen, auf Dampfschiffen mit großem Vortheile benutzt werden. Bei Anwendung eines solchen Patent-Reinigungsapparates kann das Oel, gleichgiltig ob animalisches oder vegetabilisches oder ob Mineralöl, 4 — 8mal zum Schmieren der Maschinenlager gebraucht werden.

§ 59. Filtrirapparat zur Trennung fester und flüssiger Stoffe von H. Bönisch.

Dieser Apparat*) besteht aus einer callottenförmigen Eisenplatte, in deren Rand Eisenstäbe senkrecht befestigt und oben mit einem eisernen Reif zusammengehalten sind. Dieser Korb enthält einen passenden Drahtsiebcylinder, der auf der inneren Seite mit einem billigen, groben, bei jeder Entleerung des Korbes zu erneuernden Leinwandstoff überzogen ist. Der ganze Apparat wird auf einen Trichter gestellt, dessen Rand über die Buckelplatte des Korbes hinausragt.

Sämmtliche Eisentheile sind verzinkt oder verzinnt. Die festen Niederschläge der Flüssigkeiten werden auf dem Filtertuch zurückgehalten, während die filtrirten Flüssigkeiten selbst durch das Drahtsieb und den Trichter zum Abfluß gelangen.

Der Apparat ist fahrbar eingerichtet und kann bei der Verwerthung von Abfallstoffen ganz gute Dienste leisten.

§ 60. Patent-Schnellfilter, System Piefke.

Um Flüssigkeiten zu klären und zu reinigen, hat der Betriebsingenieur der Berliner Wasserwerke Piefke einen

*) Dingler's polytechn. Journal, Band 231, S. 83.

Apparat construirt, dessen Filtrirmaterial entweder Cellulose ist, welches durch Kochen mit Alkali und Pflanzenfasern (auch Thierfasern) hergestellt wird, oder auch aus Asbest-Faserstoff besteht. Nach der Patentschrift *) wird die Cellulosemasse mit einem Thonerdesalz imprägnirt und dann mit Alkalicarbonat (oder auch Aetzkali) behandelt. Nach dem Auswaschen kommt die Masse in eine Leimlösung; aus der davon aufgenommenen Lösung wird darauf der Leim durch Alaun und Gerbsäure gefällt. Dann wird die Masse auf Platten scharf getrocknet und mit einem Reibeisen zerrieben. Mit Wasser vermischt, bilden die Theilchen flockige, stark aufquellende Körper, welche eine dichte Filterschicht und einen sehr gleichmäßigen Bodensatz bilden, durch den etwaige Verunreinigungen des hindurchsickernden Wassers in wirksamster Weise zurückgehalten werden.

Das Material der Piefke'schen Filter ist zwar heute noch dasselbe, wird aber jetzt nach einem wesentlich vereinfachten Verfahren hergestellt, ohne an seiner Wirksamkeit etwas einzubüßen.

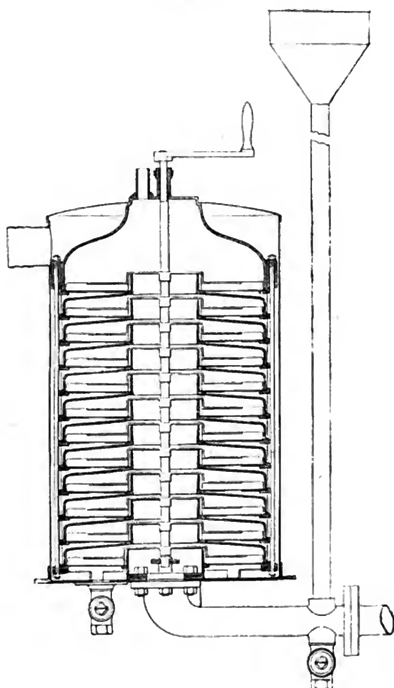
Diese Apparate werden von der Firma G. Arnold und Schirmer (Inhaber: Wald. Zimmermann und Rud. Zorn, Berlin SW.) in 4 verschiedenen Constructionen hergestellt und geliefert.

Die Construction A ist die älteste. Sie wird noch heute (nach einer Mittheilung der Firma an uns) eben so oft begehrt, als die Construction B, die der Fachmann entschieden vorziehen muß. Die ersteren Apparate sind aber billiger und für die meisten Fälle ausreichend, da nur in dem Falle, daß das zu filtrirende Wasser Bestandtheile enthält, welche die in

*) Techn.-chem. Jahrbuch 1881/82, S. 32.

dem Apparate sitzenden Gazesiebe verschmieren oder verstopfen würden, ihre Anwendung ausgeschlossen ist.

Fig. 47.



Eine ausführliche Beschreibung dieser Apparate (Constr. A) enthält das Centralblatt der Bauverwaltung (Nr. 33, Jahrgang 1883), die wir im Auszuge hier folgen lassen.

»Der Filtrirapparat (Fig. 47) besteht aus einem cylindrischen Gefäß von verzinktem Eisenblech oder aus verzinntem Kupferblech bei geringerer Größe desselben, in dessen Innern ein cylindrischer Kern aus einer mehr oder minder großen Anzahl von Filterkammern (bis zu 15 Stück, d. Verf.) aufgebaut ist. Durch das Uebereinanderbauen der letzeren wird erreicht, daß auf geringer Grundfläche eine verhältnißmäßig beträchtliche Filterfläche untergebracht werden kann. Die einzelnen Filterkammern sind flache, trommelartige Gefäße von ringförmigem Querschnitte, welche nach oben und außen dicht geschlossen sind, im Innern dagegen zwischen der cylindrischen Begrenzung und dem oberen Abschluß der Kammer eine Oeffnung zur Einführung des unfiltrirten Wassers erhalten haben. Unten sind die Filterkammern durch Siebe aus verzinnter feiner Messinggaze (für manche Flüssigkeiten wird auch ein Textilgewebe benutzt, der Verf.) geschlossen, welche auf siebartig durchlochten Blechen ruhen und zur Aufnahme des Filtrirmateriales bestimmt sind.

Die Einführung des Wassers in den Filtereinsatz erfolgt durch ein am Boden des äußeren Blechmantels einmündendes Rohr, welches an seinem oberen Ende mit einem Fülltrichter versehen ist. Die Höhe des letzteren bestimmt den größten Druck, mit welchem das Filter arbeiten soll. Durch dasselbe Rohr wird auch das Filtrirmaterial als stark verdünnter Brei einem Strom unfiltrirten Wassers beigegeben und durch diesen den Filterkammern zugeführt, auf deren Bodenflächen es sich als ein feiner Niederschlag ablagert. (Die Einführung des Wassers geschieht jetzt meist durch einen, unten an dem Füllrohre angefügten Stutzen. Dies geschieht, weil die Zuleitung in der Regel aus einem Reservoir oder einem kleinen Wasserkasten erfolgt, und weil dann weniger Luft in den Apparat

gelangt, als beim Einlauf des Wassers in den Trichter mitgerissen wird. D. Verf.)

Um der vor der Füllung in den Kammern enthaltenen, sowie der nachträglich mit dem Wasser eindringenden Luft Gelegenheit zum Entweichen zu geben, ist auf dem Deckel der obersten Filterkammer ein Rohrstutzen aufgesetzt, an welchem ein bis zur Höhe des Trichters hinaufreichender Schlauch angebracht wird. An dem äußeren Blechmantel befindet sich über der obersten Filterkammer ein Rohransatz zur Abführung des filtrirten Wassers. Durch diese Höhe des Abflußrohres wird erreicht, daß sämmtliche Filter mit dem gleichen Drucke arbeiten.

Die Reinigungsvorrichtung, ein wichtiger Theil des Apparates, gestattet die Säuberung des Filters ohne ein Auseinandernehmen desselben dadurch, daß in der Achse des Apparates eine Spindel angeordnet ist, auf derem längeren vierkantigen Theile Querarme lose aufgeschoben sind, und zwar ein Paar für jede Kammer. Wird die Spindel mittelst der am oberen Ende angebrachten Kurbel gedreht, so rühren die auf dem Gazesiebe aufruhenden Querarme das dort abgelagerte Filtrirmaterial auf. Die von den Fasern des letzteren aufgenommenen Schmutztheile des Wassers lösen sich hiebei von demselben ab und werden dadurch, daß man den Hahn des unteren Abflußrohres öffnet, durch das den Apparat durchströmende Wasser nach unten abgeführt, während das Filtrirmaterial der Hauptsache nach durch die Siebe zurückgehalten wird. Die Erfahrung zeigt nämlich, daß die Cellulose durch das Umrühren nur zu einem sehr geringen Theil derartig zerkleinert wird, daß sie zugleich mit dem zu entfernenden Schmutz hinweggerissen wird. Es bedarf somit nach jeder Reinigung nur einer geringen Nachfüllung von Material.

Der zum Hindurchpressen des Wassers durch den neu beschickten Apparat erforderliche Druck beträgt nur wenige Centimeter. Mit der Verschmutzung der Cellulose wachsen indessen die die Filtration hemmenden Widerstände, und es wird der nunmehr erforderliche höhere Druck durch das allmälige Ansteigen der Wassersäule in dem Zuleitungsrohre erzeugt. Die Reinigung des Apparates wird erforderlich, sobald das Wasser den Ueberlauf des Trichters erreicht.

Soll eine vollständige Entfernung des Filtrirmateriales aus irgend welchem Grunde wünschenswerth erscheinen, so ist ein Auseinandernehmen des Filters nicht unbedingt nöthig, sondern es genügt, wenn nach dem Aufrühren der Cellulose sowie nach Oeffnen des am Zuflußrohre angebrachten unteren Hahnes ein starker Wasserstrom in das äußere Gefäß eingeführt wird, welcher das Filtrirmaterial hinausspült.«

Der wesentlichste Unterschied zwischen den Constructionen A und B besteht darin, daß bei A das Filtrirmaterial direct auf Sieben gelagert, während bei B die Siebe noch mit einer Sandschicht bedeckt sind, welche dem Filtrirmaterial als Unterlage dient. Diese Sandschicht ist jedoch keineswegs dazu bestimmt, die Filtrationswirkung zu erhöhen, denn Sand in so dünner Lage ist überhaupt kein Filtrirmaterial oder doch höchstens geeignet, ganz grobe Bestandtheile aus den Flüssigkeiten zu entfernen. Sie hat aber doch den Zweck, den Bedarf an Filtrirmaterialien zu vermindern; diesen Zweck aber erfüllt sie dadurch, daß sich das Filtrirmaterial auf Sand viel leichter und besser ablagert als auf den glatteren Messingsieben. Man kommt in Folge dessen mit einer Filterschicht von äußerst geringer Dicke aus, während ohne Sandunterlage diese Schicht stärker angenommen werden muß.

Bei den Filtern nach Construction A wird das Filtrirmaterial, wie bemerkt, im Apparat selbst ausgewaschen und geht hiebei nur ein geringer Theil desselben verloren. Daher kommt es nicht darauf an, zur ersten Füllung ein größeres Quantum zu verwenden; der nach jeder Reinigung nothwendig werdende Ersatz ist sehr gering. Bei den Filtern nach Construction B dagegen wird zum Zwecke der Reinigung das Filtrirmaterial zugleich mit der auf ihm abgelagerten Schmutzschicht aus dem Apparate herausgespült und ganz neues Material eingefüllt; der Ersatz ist also gleich der ersten Füllung und ist es schon deshalb ein Vortheil, wenn nur ein geringes Quantum zu einer Füllung nöthig wird. Allerdings ließe sich unter Umständen das verunreinigte Material auch außerhalb des Apparates mit einer einfachen Einrichtung behufs Wiederverwendung auswaschen, aber falls die filtrirte Flüssigkeit schmierige Substanzen enthielt, ist ein Auskochen mit Soda erforderlich, dem man einen Ersatz des Filtrirstoffes gewöhnlich und mit Recht vorzieht.

Den verschiedenen Reinigungsmethoden der beiden Constructionen A und B entsprechend, sind — wie wir noch erwähnen wollen — auch die Rührarme verschieden geformt, und zwar sind die für erstere Apparate glatt und schaberartig, die für letztere rechenartig gestaltet; die ersteren ruhen auf den Sieben auf, die letzteren werden dagegen in der Schwebe gehalten und es greifen ihre Zinken in den Sand ein.

Die für den Kleinbetrieb (speciell zur Klärung von trüben Weinen, Bieren, Säften, Lacken, Oelen, Säuren u. s. w.) empfohlene Construction C (Fig. 48 Schnitt und 49 Ansicht,) besitzt einen Filtereinsatz, der 5 übereinander gebaute Filterkammern enthält, welche durch einen Bolzen S S und eine

einzige Mutter zusammengehalten und mit dem Deckel zu einem Ganzen verbunden werden.

Die Böden der Filterkammern, welche das Filtermaterial aufnehmen, werden ebenfalls durch lose eingelegte perforirte

Fig. 48.

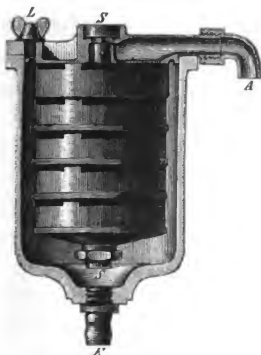


Fig. 49.



Bleche und feine Gaze gebildet. Wie Figur 49 zeigt, ist ein Dreiwegehahn D in das Filtergefäß eingeschraubt, welcher seitlich bei E eine Schlauchverschraubung hat, durch die dem Filter vermittelst eines Schlauches die zu filtrirende Flüssigkeit zugeführt wird, sei es nun aus einem Reservoir, durch eine Druckwasserleitung oder durch einen Heber aus einem Fasse, Wasserkasten u. s. w. An dem unteren Stutzen des Dreiwegehahnes ist durch eine Klappverschraubung das aus

verzinntem Kupfer hergestellte Trichterrohr F F befestigt. Letzteres dient zur Einfüllung des Filtrirmateriales in Form verdünnten Faserbreies, welcher sich selbstthätig und gleichmäßig auf den Siebböden der Filterkammern lagert. Es kann aber auch zur Aufnahme der zu filtrirenden Flüssigkeit dienen, wenn keine Wasserleitung oder Reservoir u. s. w. zur Verfügung steht. Man gießt dann die zu filtrirende Flüssigkeit einfach in den Trichter ein. In jedem Falle tritt die unreine Flüssigkeit am Boden des Gefäßes ein, geht durch den Filtereinsatz und verläßt durch die Tülle A am Deckel filtrirt den Apparat. L ist eine Luftschraube, welche während des Füllens des Apparates zum Zwecke der Luftabführung herausgeschraubt sein muß.

Soll der Apparat gereinigt werden, so löst man die beiden mit Flügelmuttern versehenen Klappschrauben K, hebt mit dem Deckel den ganzen Filtereinsatz aus dem Gefäße heraus, spült in einem Eimer u. s. w. voll reinen Wassers das Filtrirmaterial mit dem darauf lagernden Schmutz gründlich aus und reinigt in gleicher Weise auch das Filtergefäß. Will man sehr gewissenhaft verfahren, so kann man das Ausspülen auch mit kochendem Wasser oder einer desinficirenden Lösung (Carbolsäure in Wasser) besorgen, um alle eventuell vorhandenen Keime zu zerstören.

In Fällen, wo es sich darum handelt, außerordentlich feine Trübungen und Mikroorganismen durch das Filter zurückzuhalten (z. B. die opalisirenden Thontrübungen aus lehmhaltigen Wässern, mechanische Färbungen u. s. w.) oder bei Filtrationen von Säften, Spirituosen u. dgl. wird das Filtrirmaterial in abgepreßten Scheiben in den Apparat eingebracht und zwar werden dieselben in die Kammern an Stelle der feinen Gazescheiben eingelegt, worauf der Einsatz zusammen-

geschraubt wird. Hiebei tritt natürlich das Trichterrohr F F ganz außer Function.

Die quantitative Leistung der Filter hängt, wie bereits mehrfach bemerkt, stets von der Beschaffenheit der zu filtrirenden Flüssigkeiten und dem Charakter der Unreinigkeiten, wesentlich auch von der Dichtheit der Filterflächen und von dem angewandten Drucke ab. Um eine große quantitative Leistung zu erzielen, muß man bei so dichten Filterflächen, wie sie durch das Filtrirmaterial in gepreßten Scheiben gebildet werden, selbstredend mit etwas höherem Drucke filtriren, als dies erforderlich ist, wenn man die präparirte Cellulose wie bei den Constructionen A und B in Breiform benutzt. (Wird statt der Cellulose eine präparirte Asbestfaser benutzt, so kann man bei Anwendung der genügenden Quantität auch außerordentlich dichte, vollkommen keimdichte Filtrirschichten erhalten.)

Da, wo keine Druckwasserleitung zur Verfügung steht, (auf dem Lande, bei Truppenmärschen, in den heißen Zonen u. s. w.) kann man sich einer Filterpumpe bedienen und mit derselben nöthigenfalls bequem einen Druck bis über 3 Atmosphären erzielen. Mit einer solchen Pumpe kann das Wasser aus einem Teiche, Wasserlaufe oder aus irgend welchem Gefäß gesaugt und durch den Filtrirapparat gedrückt werden.

Aehnlich wie dieser Filtrirapparat ist der nach Construction D. Hier sind in einem emaillirten Eisengefäße 13 Filterkammern und in diesen die dreifache Filterfläche untergebracht. Dieser Apparat D ist für die Verwendung des Filtrirmateriales in Scheiben bezw. für Benutzung von Asbestfaserstoff bestimmt, und können für diesen Zweck die Kammern noch wesentlich niedriger sein als bei denjenigen Apparaten, in welchen auch aufgelöste Cellulose verwendet werden soll. Es ist also bei

diesem Apparate bei dem gleichen Drucke die dreifache quantitative Leistung zu erreichen.

An Stelle des Dreiwegehahnes ist dieses Filter bei D meist mit einem einfachen Hahn nebst Schlauchverbindung versehen, durch welchen dem Gefäße die zu filtrirenden Flüssigkeiten zugeführt werden. Die Bedienungsweise ist bei diesem Apparat dieselbe wie beim vorigen. Falls Asbestfaserstoff als Filtrirmaterial benutzt werden soll, muß derselbe jedoch mit Hilfe der Pumpe in den Apparat eingeführt werden.

Die Constructionen C und D werden gleich denen von A und B auch in größerem Maßstabe zur Ausführung gebracht, und es wird bei der Construction C alsdann ebenfalls eine Rührvorrichtung zum Zwecke der Reinigung eingebaut, die natürlich fortfällt, wenn das Filtrirmaterial in Scheibenform eingebracht wird. Auch kann C mit oder ohne Sandunterlage für die Cellulose gebraucht werden. Sie hat vor der Construction A und B den Vorzug, daß das zu filtrirende Wasser u. s. w. sich in dem größeren Querschnitt des Außengefäßes langsamer und ruhiger bewegt und mit sehr geringer Geschwindigkeit von der Peripherie aus in die einzelnen Filterkammern eintritt, daß das filtrirte Wasser aber durch den mittleren Hohlraum sehr rasch zum Abfluß gelangt.

Bei A und B ist das umgekehrte Princip zur Anwendung gelangt, welches einen bequemeren Einbau des Reinigungsmechanismus gestattet. (Die Apparate nach Construction C stellen sich deshalb etwas höher im Preise als die nach B.)

Ferner sind die Apparate nach Construction C auch für die Anwendung eines höheren Druckes für die Filtration eingerichtet, was unter Umständen (wenn nämlich die Eigenthümlichkeiten der zu filtrirenden Flüssigkeit ein besonders dichtes Filtrirmaterial verlangen) von Bedeutung ist. Sodann ge-

währen auch die Filter C durch die vollständig geschlossenen Filtergefäße den Vortheil, daß die Flüssigkeit während der Filtration nicht mit der Luft in Berührung kommt, und ist dies wichtig, falls kohlensäurehaltige Flüssigkeiten u. s. w. zu filtriren sind. Endlich ist bei Construction C eine Spülwasser-Zuleitung sehr bequem anzubringen. Man muß deshalb dieser Construction entschieden den Vorzug geben. Die größten Apparate, für eine stündliche Leistung von 20 Kbm. bestimmt, werden nach Construction B oder C gebaut und können ohne Schwierigkeit zu Batterien für die größten Leistungen combinirt werden. Eine Filtriranlage mit 40 Apparaten von je 20 Kbm. Stundenleistung beansprucht einschließlich bequemer Gänge und reichlicher Raumzugabe für die Bedienung einen Flächenraum von 18 zu 14·5 Meter.

Wenn wir nunmehr unser Urtheil über diese Filter abgeben sollen, so müssen wir zunächst hervorheben, daß dieselben eine vollständige Klärung und Befreiung der Flüssigkeiten von allen mechanischen Verunreinigungen auch nach unserer Meinung erzielen, daß sie ferner sehr leistungsfähig und verhältnißmäßig leicht in Stand zu halten sind, und daß durch sie die Filtration leicht zu bewirken ist. Es wird aber auch durch die Piefke'schen Schnellfilter eine fast vollkommene Keimfreiheit des Wassers erzielt. In einem uns zugegangenen Auszuge aus einem Gutachten des Dr. C. Bischoff, vereidigten Chemikers der Berliner Gerichte, heißt es, daß das Wasser nahezu von von allen suspendirten Keimen durch diese Filter befreit worden sei. Der Apparat, durch welchen das von Dr. Bischoff untersuchte Wasser filtrirt worden, war ein Apparat nach Construction A, in welchem nur präparirte Cellulose verwendet wurde. Dieser Apparat hatte den Zweck, die beim Großbetriebe mit Cellulose zu erzielenden Wirkungen erkennen zu lassen, und

das Resultat war ein solches, wie es im Großbetriebe nicht besser zu erhalten ist, denn mehr als »nahezu Keimfreiheit« wird bei großen Wasserquantitäten kaum erzielt werden können, ohne die Kosten ganz erheblich zu vermehren.

Verwendet man statt der Cellulose Asbest, so kann durch die kleineren Apparate vollkommene Keimfreiheit erzielt werden. Man könnte sie auch mit dem Asbestmateriale im großen erreichen, wenn man mit entsprechend erhöhtem Drucke und entsprechend vergrößerter Filterfläche arbeiten dürfte. Da aber die Hygieniker nie mehr als ein keimfreies Trinkwasser verlangen und von solchem Wasser in der Regel nur kleinere Mengen nöthig sind, so kann dasselbe mit den kleinen Filtrirapparaten beschafft werden (wenn man nicht eine besondere Trinkwasserleitung neben der allgemeinen Wasserversorgung einer Stadt anlegt). Eine Keimfreiheit ist bei den Piefke'schen Schnellfiltern auf eine zehntägige Dauer constatirt worden, was unseres Erachtens vollständig genügt. Das Filtrirmaterial ist leicht zu erneuern und nicht theuer, so daß man gar nicht nöthig hat, es zehn Tage hintereinander im Filter zu belassen.

§ 61. Die Asbestfilter.*)

Zu den feinsten Filtrirmaterialien gehört ohne Frage der Asbest mit seinen Varietäten (Amiant, Bostonit u. s. w.), denn es lassen sich aus ihm Gewebe mit ungemein feinen Fasern herstellen. Der Asbest — bekanntlich ein Verwitterungsproduct thonerdefreier Augite und Hornblende, von Serpentin und Glimmer — ist durch Säuren und ätzende Stoffe nicht zu zerstören, und er besitzt auch eine große Widerstandsfähigkeit

*) Wolfgang Venerand »Asbest u. Feuerschutz.« Seite 42—46. A. Hartleben's Verlag in Wien. Chem.-techn. Bibliothek, Band CXXXIII.

gegen Druck. Daher wird Asbest mit großem Vortheile überall da zu Filtrationen benutzt werden können, wo eine größere Widerstandsfähigkeit vom Filtrum verlangt wird und wo z. B. Filtertücher aus Wolle u. dgl. und Filtrirpapier ihrer geringen Festigkeit wegen nicht verwendet werden können.

Aber auch in Verbindung mit anderen Filtrirmaterialien — z. B. mit plastischer Kohle — leistet Asbest insoferne recht gute Dienste, als er einen Theil der Verunreinigungen der Flüssigkeiten von dem zweiten Filtrirstoff fernhält, wodurch dessen Wirksamkeit und Brauchbarkeit wesentlich erhöht und verlängert wird.

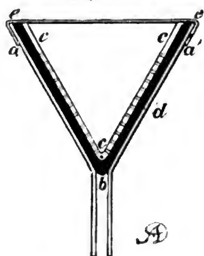
»Die Verwendung des Asbestes in gewöhnlichem Zustande zum Filtriren hat den Uebelstand,« schreibt W. Venerand (a. a. O. S. 42), »daß er namentlich im Anfange trübe Filtrate liefert, so daß ein wiederholtes Filtriren nothwendig wird, und daß er außerdem häufig langsam filtrirt. Diese Uebelstände vermeidet man durch folgende Behandlung:*) Man reibt den Asbest durch ein grobes Sieb — 10 Maschen pro Zoll — und bringt das durchgefallene auf ein feines Sieb, welches 25—30 Maschen pro Zoll enthält, indem man unter Umrühren Wasser durch das Sieb laufen läßt. Das erste Wasser läuft ganz milchig ab. Man wäscht so lange, bis es klar bleibt. Hierauf kocht man den gewaschenen Asbest in einem Becherglase eine halbe Stunde lang mit Salzsäure — 1 Theil rauchende auf 4 Theile Wasser — und bringt den Asbestbrei hierauf auf eine durchlöcherte, in einem Glastrichter liegende Platinscheibe, wo er mit Wasser vollkommen ausgewaschen wird. Alsdann wird er in einer Platinschale stark erhitzt (über einem Leuchtgasgebläse) und in einer Flasche

*) Neueste Erfindungen, 1883, S. 275.

für den Gebrauch aufbewahrt. So bereiteter Asbest filtrirt vollkommen klar und rasch.«

Zur rationellen Herstellung kleinerer, besonders für chemische Operationen brauchbarer Asbestfilter veröffentlicht Grundl in der Schweizerischen Zeitschrift für Pharmacie (1867, S. 144) folgendes Recept: Der Asbest wird leicht zerrieben und darauf mit Wasser zu einem dickflüssigen Brei angerührt, den man in einen Glastrichter gießt. Hierauf wird ein aus Drahtnetz hergestellter Hohlkegel, der nicht ganz so groß als der Trichter-Innenraum ist, langsam und vorsichtig in diesen Asbestbrei eingedrückt und dadurch zwischen Trichter und Hohlkegel eine lockere Asbestmasse in Trichterform abgesondert, welche man nach dem Ausgießen des in dem Hohlkegel verbleibenden Breies trocknet. Nachdem dies geschehen, wird der Hohlkegel behutsam entfernt, und das Filter ist fertig.

Fig. 50.



In ähnlicher Weise hat Karl Trobach ein einfaches Asbestfilter construirt, das ihm patentirt worden ist. Dieses Filter ist besonders zur Klärung von scharfen Säuren und anderen ätzenden Flüssigkeiten geeignet. Figur 50 stellt einen Durchschnitt desselben dar. Es bezeichnet a den Trichter welcher einen mittelst einer federnden Klemme e befestigten, siebartig durchlöcherten Einsatz c trägt. Der Zwischenraum zwischen diesem Einsatze und dem Trichter ist mit Asbestwolle ausgefüllt. An der oberen Mündung des Trichterhalses (bei b) befindet sich noch eine Siebkapsel.

Andere Asbestfilter enthalten die nächstfolgenden beiden Paragraphe.

§ 62. Das Mikromembranfilter (Asbestfilter) von Breyer.

Ingenieur Wilhelm Breyer in Wien hat sich die Aufgabe gestellt,*) eine Filtermembran herzustellen, welche selbst feinere Spaltpilze und deren Sporen zurückzuhalten vermag, ohne an Leistungsfähigkeit dadurch einzubüßen. Er sucht diese Aufgabe dadurch zu lösen, daß er diese Membran aus einer seidenglänzenden (canadischen, weil sich die italienischen und schweizerischen Asbeste nicht genügend zertheilen lassen) Varietät des Asbestes, Bostonit genannt, in der Weise herstellt, daß er den Asbest unter Zusatz von krystallinischem Kalk zu einer so fein zertheilten Masse vermahlt, daß bei einer tausendfachen linearen Vergrößerung diese Masse theilweise ganz structurlos erscheint. »Beim Vermahlen des mit Kalk vermengten Asbestes dringen nämlich die Kalkkrystalle in die Asbestfasern und bewirken auf diese Weise eine Spaltung derselben in ihre feinsten Theilchen. Um nach Beendigung dieses Spaltungsprocesses den Kalk zu entfernen, wird das Material mit Salzsäure begossen, wodurch Chlorcalcium und Kohlensäure entstehen; die letztere expandirt, zersprengt die Asbestfasern und lockert dieselben noch weiter auf, während das Chlorcalcium durch Auslaugen mit Wasser entfernt werden kann.«

Aus dieser Asbestmasse (Asbestemulsion) stellt er Lamellen mittelst eines eigenthümlichen Preßverfahrens her, die wohl im Stande sind, sehr feine Verunreinigungen aus dem Wasser zu entfernen.

»Bei der Herstellung dieser Lamellen,« heißt es weiter in dem Referate, »kommt ein Behälter mit wagrechtem Boden in

*) Mit Benutzung eines Referates in der Zeitschr. des Vereines deutscher Ingenieure (1886, 6. März) über einen Vortrag des Herrn Breyer im Berliner Bezirksverein.

Anwendung, an den sich ein etwa 10 Mtr. langes Abflußrohr anschließt. Auf den Boden des Behälters legt man einen mit Drahtgewebe und feinem Tüll bespannten Holzrahmen, der mittelst eines Kautschukringes nach unten hin abgedichtet wird. Die Asbestemulsion wird in diesen Behälter gebracht, und lagern sich dann auf dem Tüllgewebe die Asbestfasern ab, während reines Wasser unten abfließt. Hiebei setzen sich die gröberen und schwereren Fasern zuerst ab, die feineren später, und es regelt sich die Ablagerung der Fasern dadurch selbstthätig, daß an den Stellen, wo weniger Asbeststoff sich befindet, die Geschwindigkeit des strömenden Wassers größer ist, dorthin also mehr Asbeststoff hingeführt wird. Schließlich bewirkt der äußere Luftdruck, daß der letzte Wasserrest aus dem gebildeten Asbestfilz ausgetrieben wird. Eine äußerst starke Verdichtung desselben läßt sich noch dadurch erreichen, daß man das Abflußrohr mit einer Luftpumpe verbindet. So lange Luft angesaugt wird, kann man den Asbestfilz mit Wasser, welches unter 6 Atmosphären Druck ausströmt, waschen, ohne daß eine Beschädigung des Filzes eintritt. (? Der Verf.) Die gleiche Vorsicht ist übrigens auch später beim Reinigen gebrauchter Asbestfilze zu beachten. Nach beendigter Waschung und Verdichtung wird der Filz in einen Trockenapparat gebracht, mit Dampf getrocknet und damit zum Gebrauche fertig gemacht.

Bei der Zusammenstellung von Filtrirapparaten aus solchen Lamellen kommen gitterförmige Roste aus vernickeltem Messingblech zur Anwendung. Jeder Rost besteht aus zwei Blechen, deren Ränder und Stege mit Rinnen versehen sind, derart, daß, wenn die Bleche aufeinandergelegt werden, ein Netz von sich kreuzenden Röhren gebildet wird, welche sämmtlich miteinander in Verbindung stehen. An den Kreuzungs-

stellen der Rinnen sind die Bleche durchlocht, so daß die Flüssigkeit von außen in die Röhren eintreten und durch die Röhren ihren Abfluß finden kann. Die Bleche werden in der geschilderten Lage paarweise an den Rändern miteinander verlöthet und alsdann auf beiden Seiten mit Drahtgewebe straff überspannt. Letzteres dient der Membranlamelle als Unterlage. Die Lamelle wird an den Rändern durch Lack abgedichtet. Diese Elemente werden stets in aufrechter Lage verwandt und können leicht zu Batterien zusammengestellt werden. Um dies zu ermöglichen, sind an den Messingrosten oben und unten Bügel angebracht, mittelst welchen die Elemente auf horizontale Sammelröhren aufgereiht werden. Diese Röhren besitzen quadratischen Querschnitt und werden mittelst Schrauben gegen die Ober-, bezw. Unterkante der Elemente gedrückt, wobei kleine Rohrstutzen der letzteren derart in Löcher der Sammelröhren reichen, daß letztere mit dem Rohrnetze des Metallrostes in Verbindung sind. Die Elemente werden dann in einen Behälter zur Aufnahme der zu filtrirenden Flüssigkeit gestellt, so daß letztere durch die Filtrirmembran dringt, in filtrirtem Zustande sich in den Rohrnetzen der Elemente sammelt und durch die Sammelröhren abfließt.«

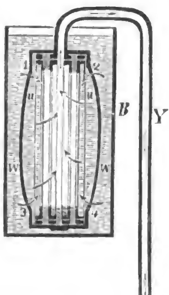
Die Rostplatten haben nur eine durchschnittliche Stärke von 1 Mm. und ist die glatte Ausprägung derselben von besonderer Schwierigkeit.

Versuche in der k. k. Josephs-Akademie in Wien haben ergeben, daß Ultramarinkörnchen von $^3/_{10000}$ Mm. Durchmesser von der Membranlamelle noch zurückgehalten wurden, ebenso Milzbrandbacillen und Sporen, wie Professor Dr. Weichselbaum an der Wiener Universität berichtet.*)

*) Siehe auch: Breyer, das Mikromembranfilter. Wien, 1885. Spielhagen und Schurich.

Ein dem Ingenieur Breyer patentirtes Wasserfilter ist in Figur 51 im Durchschnitt abgebildet. Es besteht aus zwei Mikromembran-Elementen u, die von einer aus Stahl hergestellten, gepreßten Schale w umgeben sind. Diese Hülse hat bei 1, 2, 3 und 4 Löcher, durch welche das unfiltrirte Wasser aus dem Behälter B zu dem Filtrirmaterial gelangt. Das ganze Filter wird also in den Behälter, der das verunreinigte Wasser enthält, hineingesteckt und die Filtration beginnt, sobald an dem auch als Heber wirkenden Rohre oder Kautschukschlauche Y gesogen wird. Zwischen den Membran-Elementen befindet sich ein kleiner Hohlraum (Tasche), der dadurch entsteht, daß die Ränder der Rahmen erhöht angeordnet sind; von diesem Hohlraume aus geht das Rohr oder der Schlauch nach dem Behälter, in welchem das gereinigte Wasser gesammelt werden soll. Die Lamellen stehen vertical und es unterscheidet sich hiedurch das Breyer'sche Filter von dem im § 60 besprochenen, mit Asbestscheiben versehenen Piefke'schen, mit dem es sonst manche Aehnlichkeit hat.

Fig. 51.



Besitzt das Breyer'sche Filter genügend dicke Asbestlamellen, so kann dasselbe ohne Frage eine Zeit lang keimfreies Wasser ergeben, Das Filter hat aber den Nachtheil, daß seine Ergiebigkeit eine sehr geringe ist, die auch nicht über ein gewisses Maß gesteigert werden kann, weil nach unserer Ansicht, die übrigens von vielen Fachmännern getheilt wird, die leicht zerbrechlichen Lamellen die Anwendung eines höheren Druckes nicht gestatten.

Ein fernerer Nachtheil dieser Mikromembranfilter ist in der schweren Reinigung und in der schnellen Abnutzung der Lamellen zu erblicken. Breyer schlägt vor, den in die Poren eingedrungenen Schmutz durch Abspülen aus dem Filtermaterial zu entfernen. Dies ist aber nicht wirksam genug, weil das Spülwasser nicht mit dem nöthigen Druck auf die Lamellen geführt werden kann. Versuche haben ergeben, daß bei stärkerem Drucke mit dem abgelösten Schmutze zugleich die Oberhaut der Lamellen abgetrennt wird. Hiedurch wird die Lamelle aber zu sehr geschwächt, auch erhält sie leicht Risse. Daher kann die Reinigung durch Abspülung nicht rathsam erscheinen, und es bliebe nur noch ein Ausglühen des Filtermateriales über, um es zur Wiederverwendung tauglich zu machen.

Hiezu wird uns von einer angesehenen Filterfabrik, der wir diesen Theil unserer Arbeit zur Begutachtung überwiesen, geschrieben: »Das Ausglühen kann höchstens Erfolg haben, wenn es sich um organische Unreinigkeiten handelt, nicht aber z. B. bei Thon u. dergl. Im übrigen zerstört man durch das Ausglühen auch die Gewebeunterlage der Lamellen und nimmt ihnen so noch etwas von ihrer geringen Festigkeit. Wie man überhaupt das Ausglühen dieser aufgeklebten Lamellen vornehmen soll, ist uns unklar; dabei würde man doch den Rahmen beschädigen, muß sie also von diesen vorher loslösen. Losgelöste Lamellen lassen sich nicht mehr oder höchstens doch nur für kleinere Apparate wiederverwenden, denn ihnen fehlt der Rand, mit welchem sie aufgeklebt waren. Durch das Ausglühen ist also eine vortheilhafte Regenerirung nicht zu erreichen und es bleibt somit nichts anderes übrig, als neue Lamellen aufzukleben. Das ist aber immer eine etwas mühsame Arbeit; die Reste der alten Lamellen müssen sorg-

fältig abgekratzt und die neuen mit Lack u. dgl. befestigt werden. Dabei sind aber die Lamellen keineswegs billig.«

Diese Nachtheile heben die Vortheile der Mikromembranfilter theilweise auf, so daß diese Filter die Concurrenz mit anderen leistungsfähigeren und leichter zu regenerirenden kaum werden bestehen können.

Uebrigens können auch mit den Mikromembranen Gase und atmosphärische Luft gereinigt, und bei größeren Filteranlagen ganze Batterien solcher Einzelfilter, in den entsprechenden Dimensionen ausgeführt, benutzt werden.

§ 63. Maignen's Patent-Schnellfilter mit Asbest und kohlensaurem Kalk.

Dieses Schnellfilter*) dient vorzugsweise zur Klärung und Reinigung des Wassers für Haushalts- und Industriezwecke und besteht ähnlich wie das Bühring'sche Kohlenfilter aus einem glatten, braunen Steingutbehälter, welcher mit einem, das Filtrirmaterial enthaltenden Einsatz versehen ist. Unsere Figur 52 zeigt dieses patentirte Filter im Schnitt.

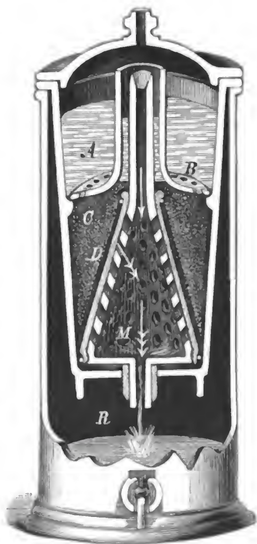
Es bezeichnet R das Reservoir für das bereits filtrirte Wasser. Dieses Reservoir kann gereinigt werden, weil der eigentliche Filtrirapparat nur lose eingesetzt ist und daher leicht und schnell herausgehoben werden kann. M ist der Filtermantel, welcher mit einer Schicht Asbest bedeckt ist, die mit Asbestfäden darauf befestigt wird. D ist eine Lage von pulverisirtem kohlensauren Kalk, der sich beim Eingießen des Wassers durch Mischung mit demselben selbstthätig ablagert. C ist grobkörniger kohlensaurer Kalk, der locker eingebracht

*) Water preventable disease and filtration by P. A. Maignen. 2. Auflage, S. 13 und 14. London, 1885.

wird, um den Zwischenraum zwischen dem gepulverten Kalk und dem äußeren Steingutbehälter auszufüllen.

Der verwendete pulverisirte kohlensaure Kalk ist so fein, daß nach Ansicht des Erfinders ein Quadratzoll (engl.) von $^1/_8$ Zoll Stärke mehr als 200.000 Quadratzoll absorptionsfähige Fläche enthält. (!?) Obwohl wir die hohe Filtrationsfähigkeit des feinen, pulverisirten kohlensauren Kalkes wohl zu würdigen wissen, müssen wir doch diese Angabe des Erfinders stark bezweifeln.

Fig. 52.



Das in das Filter gegossene Wasser nimmt zunächst seinen Weg durch den körnigen kohlensauren Kalk, geht dann durch die Schicht pulverisirten Kalkes und tritt zuletzt durch die Asbestschicht möglichst vertheilt in den hohlen Filterraum M.

(In unserer Figur ist der Lauf des Wassers durch einen Pfeil mit doppelter Spitze angedeutet, der Zutritt der Atmosphärenluft dagegen durch einen Pfeil mit einfacher Spitze.)

Das filtrirte Wasser mischt sich in dem Hohlraume M mit reiner Luft und fließt alsdann in das Reservoir R (Pfeil mit dreifacher Spitze). Die Oeffnung des Luftschachtes kann durch einen Wollpfropfen verschlossen werden. (Wir halten

einen Verschluß durch mit Salicylsäure getränkte Watte für empfehlenswerther.)

Dieses Maignen'sche Schnellfilter weicht in seiner Construction von allen bislang von uns besprochenen Apparaten wesentlich ab. Maignen erstrebt durch seine Erfindung neben der Klärung und Reinigung des Wassers zugleich auch eine Tränkung desselben mit Sauerstoff, um ihm einen erfrischenden und angenehmen Geschmack zu geben. Der patent-kohlensaure Kalk in Pulverform soll alle organischen Bestandtheile auflösen und oxydiren; der körnige wird von ihm hinzugefügt, um die gröberen Verunreinigungen des Wassers zurückzuhalten, wodurch die Oxydationsfähigkeit des Filters erhöht und die Wirkung und Schnelligkeit der Filtration auf längere Zeit ungeschwächt erhalten bleiben soll. Nach dem Prospecte des Erfinders soll der Apparat selbst das schwärzeste Regenwasser vollständig klar und frei von jeglichem Schmutz und Ruß filtriren, also zum Trinken vollständig geeignet machen; es soll auch das Filter die Fähigkeiten besitzen, Lösungen von Blei, Eisen, Kupfer, Zink und Zinn, von Laugen u. s. w. aufzunehmen, sowie Ammoniak und Schwefelwasserstoff aus dem Wasser zu entfernen, weil die Feinheit des pulverisirten kohlensauren Kalkes nicht den kleinsten thierischen Organismus, keine Bacterien und Bacillen hindurchdringen läßt.

Daß das Maignen'sche Filter Wasser vollständig zu klären vermag, bezweifeln wir nicht, wohl aber glauben wir nicht, daß alle die genannten Lösungen durch den Apparat dem Wasser vollständig entzogen werden, auch halten wir die Mischung des filtrirten Wassers mit der Atmosphärenluft für ziemlich einflußlos und sind der Meinung, daß der oxydirende Einfluß der Luft nicht so leicht zur Geltung zu bringen ist.

Soll das Filter gereinigt werden, so wird der das Filtrirmaterial enthaltende Behälter herausgenommen, wobei der körnige Kalk herausfällt. Hierauf wird der Filterrahmen entfernt und der pulverisirte Kalk unter einem Wasserleitungshahn abgewaschen. Dies genügt nach Ansicht des Erfinders, um das Filter, nachdem es mit reinen Materialien gefüllt worden, wieder brauchbar zu machen. Diese einfache Reinigung soll im Jahre nur wenige Male nothwendig werden. besonders aber dann, wenn das Filter einige Wochen oder Monate außer Gebrauch gewesen ist.

§ 64. Die Filzfilter.

Bereits im § 56 erwähnten wir, daß man unter Umständen mit Vortheil Filzbeutel und Seihetücher aus Filzstoff zur Filtration benutzen kann. Wir ergänzen unsrige dortigen Mittheilungen durch kurze Beschreibung einiger Filzfilter besonderer Construction.

Da ist zunächst das Reisefilter von Dutoit in Paris anzuführen, das aus einem, mit mehreren Filzplatten angefüllten kleinen Kasten besteht, durch welchen das unten aufsteigende Wasser mittelst eines Gummi- oder Kautschukschlauches — gerade wie bei den kleinen Kohlenfiltern — aufgesaugt wird.

Ein anderes Filzfilter hat Salbach construirt, das für den Hausgebrauch bestimmt ist und direct in die Wasserleitung eingeschaltet werden kann. Dasselbe besteht aus einem cylinderförmigen Sieb, welches mit Filz überzogen ist. Dieses Sieb ist von einem gußeisernen Behälter umgeben, an welchem sich seitlich und unten je ein Hahn befindet. Bei Oeffnung des directen Hahnes nimmt das ausströmende Wasser alle auf

dem Filz abgelagerten Schmutzstoffe mit hinweg, während bei Oeffnung des zweiten Hahnes nur filtrirtes Wasser aus demselben entströmt. Daher dient der Apparat zur Entnahme von filtrirtem und unfiltrirtem Wasser und wird von letzterem zugleich eine Reinigung des Filtrirmateriales besorgt. Der Bonnefin'sche Filtrir-Apparat (§ 57) enthält Gummi und Filz in abwechselnder Reihenfolge.

Daß solche Filter nur Wasser zu klären, aber ein durch Auswurfstoffe inficirtes Wasser nicht völlig unschädlich zu machen vermögen, bedarf keines neuen Beweises. Daß Filz auch zu jenen Filtrirstoffen gehört, die die Fäulniß begünstigen, weil sie selbst leicht in Fäulniß gerathen, haben wir bereits im § 14 hervorgehoben.

§ 65. Das Filter der Berliner Wasserfilter-Fabrik.

Fig. 53.



Ein sehr einfaches und sehr billiges Wasserfilter für den Haushalt und für die Reise hat sich die Berliner Wasserfilter-Fabrik (Berlin C) patentiren lassen. Das kleine Filter besteht aus einer tellerförmigen Metallhülse, die als Filtrirmaterial ein achtfach zusammengelegtes Filtertuch von antiseptisch wirkender Beschaffenheit enthält. Das Filter kann mit Hilfe eines Kautschukschlauches — wie das Gerville'sche, § 57 — an den Hahn einer Wasserleitung befestigt werden, ist aber gegen das Abfallen durch ein über den Hahn gelegtes Drahtgestell gesichert. Wo keine Wasserleitung vorhanden ist, wird der Apparat in Verbindung mit einem Trichter — wie unsere

Figur 53 zeigt — oder mit einem Heberohr, wie bei den kleineren Kohlenfiltern benutzt. Die Reinigung des Filtertuches geschieht durch einfaches Auswaschen in klarem Wasser. Mit Hilfe dieses Apparates ist unserer Ansicht nach eine Klärung von sehr trübem Wasser wohl zu erreichen, auch ist, falls man mit höherem Druck filtriren kann (bei Wasserleitungen), die Leistungsfähigkeit recht befriedigend; eine Reinigung des Wassers von allen inficirenden Stoffen läßt sich aber durch ein Filtertuch, auch wenn es achtfach übereinandergelegt zur Anwendung kommt und antiseptisch präparirt ist, nicht erzielen, denn die Mikroorganismen werden von demselben niemals in genügender Menge zurückgehalten.

Die Filterpressen.*)

§ 66. Der Zweck der Filterpressen und allgemeines über die Construction derselben.

Auch die Filterpressen müssen zu den Gewebefiltern gerechnet werden, weil bei ihnen Tücher oder Metallgewebe als filtrirend wirkende Substanzen dienen.

Die Filterpressen werden mit vorzüglichem Erfolge zur schnellen Abscheidung feiner, pulveriger und fester Stoffe aus Flüssigkeiten (z. B. zum Auspressen des Porzellanmasse-Schlammes, des Stearins, der Hefe u. s. w., zur Trennung des Zuckersaftes u. s. w.) angewendet, haben sich aber auch zur Klärung und Reinigung von Flüssigkeiten (z. B. von Oel und von Flußwasser für Papierfabriken), um feinvertheilte Substanzen und mechanische Verunreinigungen aus denselben zu entfernen und die Flüssigkeiten absolut klar zu gewinnen, gut bewährt, werden in neuerer Zeit auch für Kartoffelreibsel und andere schleimige Massen mit Vortheil benutzt und dienen zur Auswaschung und Aussüßung von Niederschlägen, indem sie dies schneller und vollkommener besorgen, als es durch

*) Mit Benutzung von Dingler's polyt. Journal Bd. 230, S. 509; Bd. 231, S. 164; Bd. 237, S. 476; Bd. 242, S. 392; Bd. 250, S. 155 u. s. w., der technisch-chemischen Jahrbücher, 1881/82, S. 173, 381, 385, Karmarsch' u. Heeren's techn. Wörterbuch, 3 Aufl., Bd. VII., S. 49 u. ff. und A. m. (siehe Vorrede).

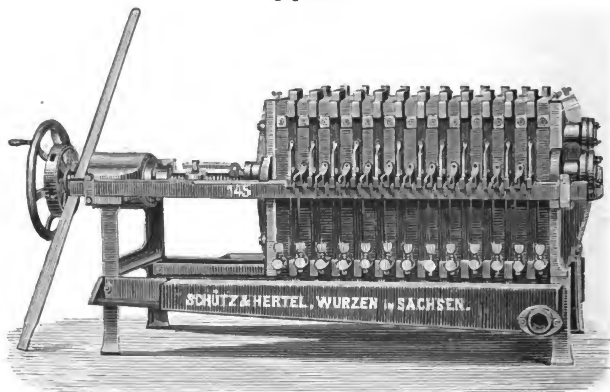
Abziehen der Laugen und durch wiederholtes Anrühren mit Wasser zu erreichen ist.

Je nach dem Zwecke, welchem die Filterpressen dienen sollen, werden diejenigen Theile derselben, welche mit der zu behandelnden Flüssigkeit in Berührung kommen — die Filterplatten und Rahmen — aus Holz, Eisen, Bronze oder Blei hergestellt oder mit chemisch unangreifbaren Ueberzügen aus Blei, Zinn oder Hartgummi versehen; auch wird empfohlen, sie aus einem Gemisch von Coke oder Quarzsand mit Schwefel zu fertigen. Für Flüssigkeiten, welche keine freien Säuren besitzen und das Eisen nicht angreifen, sowie für solche, die heiß filtrirt werden müssen, nimmt man gewöhnlich Filterplatten aus Eisen — ihrer größeren Haltbarkeit wegen. Für starke Säuren, saure Salze u. s. w. und für Flüssigkeiten, welche das Eisen chemisch angreifen und eine rasche Zerstörung der Filterplatten herbeiführen, ferner für solche Filtrate (Preßkuchen), deren Farbe durch Eisenrost oder durch Bildung von gefärbten Eisenverbindungen leiden könnte (wie z. B. Permanentweiß, Porzellanerde u. s. w.), wählt man meistens Filterpressen mit Platten und Rahmen aus Holz. Will man jedoch Eisenplatten hiefür verwenden, so muß man sie zum kräftigen Widerstand gegen die chemischen Einwirkungen — wie bereits bemerkt — noch mit einem genügend starken Ueberzug von Blei, Zinn oder Hartgummi (System Dehne in Halle) versehen. Für saure Flüssigkeiten, welche heiß filtrirt werden müssen, wählt man in der Regel die Filterplatten und Rahmen aus Bronze und zwar aus einer Mischung von 90% Kupfer und 10% Zinn.

Die Filterpressen mit Platten aus verzinktem oder verzinntem Gußeisen haben sich jedoch nicht gut bewährt wegen der Schwierigkeit des Ueberziehens der inneren Hohlräume

im Zinnbade und wegen der kurzen Dauer des Ueberzuges; eiserne Platten, mit bleifreier Emaille überzogen, sind auch nicht dauerhaft; schmiedeiserne Filterplatten mit einem Bleiüberzug in dickeren Lagen nach den verschiedenen patentirten Verfahren haben dagegen zu einem befriedigenderen Resultate geführt. Einen anderen Versuch hat T. Hartmann in

Fig. 54.

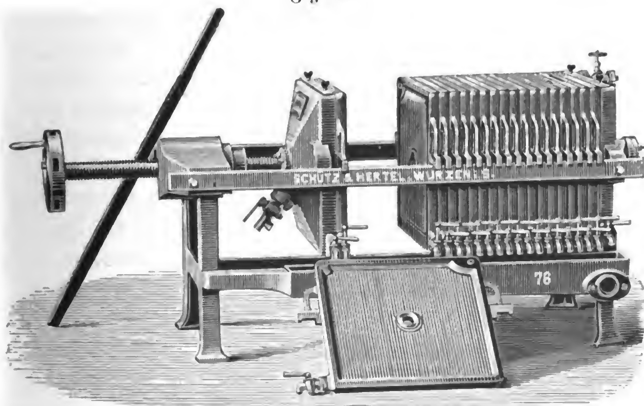


Swansea (England) gemacht, um säurefeste Filterplatten herzustellen. Die dem Angriffe der Säuren am meisten ausgesetzten Füllungen werden nach diesem Patent aus einer Mischung von fein zermahlener Coke oder feinem Quarzsande mit Schwefel durch Gießen in Formen hergestellt. Diese Filterplatten sind zwar etwas spröde und müssen daher stärker als hölzerne hergestellt werden, die Einwirkung der Säuren auf dieselben ist aber gleich Null. Dabei sind diese Platten in der Her-

stellung außerordentlich billig und besitzen den weiteren Vortheil, daß das Material einer zerbrochenen Platte immer wieder eingeschmolzen werden kann. Unseres Wissens haben aber diese Platten bislang noch keine größere Verbreitung gefunden.

Bei den Filterpressen unterscheidet man vornehmlich

Fig. 55.



zwei charakteristische Gruppen, nämlich Filterpressen mit Filterplatten **und** Rahmen (**Rahmenfilterpressen**, Figur 54) und Filterpressen, welche **nur** mit Filterplatten ausgerüstet sind (**Kammerfilterpressen**, Figur 55). Die Kammerdicke ist bei allen Filterpressen — Rahmen- und Kammerpressen — gewöhnlich die gleiche, nämlich bei kleinerem Formate 25 Mm., bei größerem 30 Mm., auch mehr. Für außerordentlich leicht filtrirbare Stoffe (Stärke, krystallinische Salze u. dgl.)

werden ausnahmsweise auch dickere Rahmen und zwar in diesem Falle gewöhnlich nur Rahmen eingesetzt.

Bei den Rahmenpressen kann der Preßkuchen zugleich mit dem eingeschalteten Rahmen herausgehoben werden, während bei den Kammerfilterpressen eine Selbstentleerung der Kammern stattfindet, indem der Kuchen beim Auseinanderschieben der einzelnen Filterplatten herausfällt. Diese Pressen liefern gewöhnlich dünnere, also saftärmere Kuchen als die Rahmenfilterpressen, gestatten aber eine raschere Manipulation und werden (mit mittlerer Einführung) zweckmäßig da benutzt, wo es sich um Filtration von schwierig zu filtrirenden Substanzen handelt, welche nur geringe Kuchenstärke zulassen, oder von solchen Flüssigkeiten, die nur verhältnißmäßig wenig feste Substanzen besitzen. Diese Kammerfilterpressen lassen sich in einer Kuchenstärke bis zu 5 Mm. herunter ausführen, was bei Rahmenfilterpressen nicht geschehen kann, weil Rahmen von so geringer Stärke in haltbarer und dauerhafter Construction nicht hergestellt werden können. Dagegen lassen sich die Rahmen wieder sehr stark, bis zu 100 Mm. und darüber ausführen, was wiederum bei dem anderen System nicht erzielt werden kann.

Der wesentlichste Unterschied zwischen beiden Arten besteht darin, daß die Rahmenfilterpressen ganz glatte Platten haben, über welche die Tücher glatt hinweghängen, die Kammerfilterpressen dagegen vorstehende Ränder besitzen, wodurch die Filtertücher gezwungen werden, sich in die Vertiefungen einzubiegen, ein Umstand, der leichter zu ihrer Zerstörung führt. Andrerseits halten die Kammerpressen leichter dicht und erfordern weniger Reinlichkeit, da bei ihnen Tuch auf Tuch abdichtet, während die metallischen Dichtungsflächen der Rahmenpressen stets sauber gereinigt werden müssen.

§ 67. Die Filtertücher und Metallgewebe.

Die Filtertücher spielen bei der Wirksamkeit und Leistungsfähigkeit der Filterpressen eine große Rolle. Da diese Pressen erfahrungsgemäß infolge der alkalischen Einwirkungen des Saftes und der Preßkuchen sehr viel an Tüchern verbrauchen, so müssen die Tücher möglichst widerstandsfähig gegen die schädlichen Einflüsse von Laugen und Säuren gemacht und da, wo sie am meisten in Anspruch genommen werden, verstärkt werden.

Ersteres erreicht man nach dem Patente von F. Schaube in Halberstadt am einfachsten durch Färbung des zur Herstellung der Filtertücher bestimmten Garnes mit Indigo, weil letzteres die Pflanzenfasern conservirt.

Die Filtertücher, welche aus Baumwollenstoff, Wolle, Flanell, Leinen oder Drell bestehen,*) werden bei den Rahmenfilterpressen am besten auf der ganzen Abdichtungsfläche durch einen aufgenähten Rand verstärkt, sowohl um die Haltbarkeit der Filtertücher zu erhöhen, als auch um ein leichteres Dichthalten der Rahmenfilterpressen herbeizuführen, weil die Abdichtung bei diesen Pressen nur durch ein Tuch bewirkt wird, während bei den Kammerfilterpressen stets doppelte Filtertücher abdichten.

Für Rahmenfilterpressen aus Eisen mit Aussüßung und bei Verwendung eines dünnen Filtrirstoffes ist dies unerläßlich. Alle Filtertücher sollen gesäumt sein, doch darf der

*) Zum Auspressen von Stearin u. s. w. wird zweckmäßig ein dicker, thierischer Wollstoff verwendet, dessen Kettenfäden aus achtdrähtigem und dessen Schußfäden aus zehndrähtigem Kammgarnzwirn bestehen. Diese Fäden sind zu einem dichten, dreibündigen Körper verwebt.

Saum nicht auf die Abdichtungsfläche kommen. In der Mitte kann man sie auch noch durch aufgenähte Zeugstreifen von 10—20 Cm. Breite verstärken. Dieser Verstärkungsstreifen wird aber besser eingewebt (Patent von L. Tebelmann in Vegesack bei Bremen); die Haltbarkeit der Tücher wird dadurch eine größere, ohne daß die Herstellung derselben mehr Kosten verursacht; im Gegentheil soll das Einweben noch billiger als das Aufnähen sein. Da aber die Tücher in der Mitte seltener reißen wie an den Dichtungsrändern, kann dieser Verstärkungsstreifen unseres Erachtens auch ohne Schaden fortgelassen werden.

Es ist mitunter — besonders für große Filterpressen — vortheilhaft, an zwei oder mehreren Seiten einen Eisenstab rouleauxartig einzunähen und mittelst Zwingen an dem Filtertuch glatt und straff auf die Platten aufzuziehen und festzuhalten, so daß auch beim Entleeren der Presse die Tücher stets auf den Platten sitzen bleiben. Unter Umständen kann es sich auch empfehlen, die Filtertücher festzunageln oder festzuheften und statt eines dichten, zwei ordinäre Tücher zu benutzen.

Am inneren Rande der Filterplatten werden die Tücher in der Regel am meisten abgenutzt, besonders wenn die Dichtungsflächen schlecht gehobelt sind oder das ganze Gewebe des Filtertuches ohne genügende Stützung in unmittelbarer Nähe des Dichtungsrandes nachtheilig gestreckt oder gereckt wird.

Zum Schutze der Filtertücher werden bei fast allen Filterpressen neuerer Construction die Platten mit perforirten Blechen versehen, auf denen die Tücher direct aufliegen und an denen das Filtrat herabläuft.

Nach Gebrauch müssen die Filtertücher gereinigt werden. Die Auslaugung der Preßtücher wird am energischesten durch

Anwendung von Dampf erzielt, und daher dieser fast allgemein hiezu benutzt. Allein man sollte nur ausnahmsweise zu dieser sehr schnellen und wirksamen Reinigung greifen, weil der Dampf erfahrungsgemäß eine schnelle Zerstörung der Tücher herbeiführt. Dauerhafte Filtereinlagen erhält man nach dem patentirten Verfahren von Cizek in Hullein, wenn man Draht mit textilen Faserstoffen zusammenwebt oder aus filzartigem Gewebe, wie Flachs, Hanf, Ramésafern, Jutefasern oder ähnlichen vegetabilischen und mineralischen Stoffen, wie Schlacken- oder Glaswolle, zu Tafeln derartig herstellt, daß zwischen die filzartigen Gewebetafeln Drahtgeflechte oder Metallsiebe mit sehr engen Maschen eingelegt und mit Zwirn oder Drahtfäden an diesen Geweben befestigt werden.

Nach demselben Patente kann man auch statt des gefilzten Materiales als Filtereinlage mehrere Lagen von Tüchern aus beliebigem Faserstoff nehmen, welche mit dazwischengelegten Drahtgeflechten oder feinen Metallsieben zusammengenäht werden. Diese Filterplatten sind zwar recht dauerhaft, aber unpraktisch und daher nicht sehr empfehlenswerth; sie haben auch unseres Wissens wenig Verbreitung gefunden.

Endlich stellt auch die Maschinenfabrik von A. L. G. Dehne in Halle sog. Metall-Compositionsfilter in Form von Platten aus einem Metall — meistens Blei oder Zinn (auch Zink und Eisen) — her, das in flüssigem Zustande mit Asche oder Coke, Schlacke, Kohle, Kies oder Stein gemischt wird, welche Materialien mit dem flüssigen Metall nicht zusammenschmelzen. Diese patentirten Compositionsfilterplatten eignen sich zum Filtriren der meisten Substanzen in derselben Weise wie die gewöhnlichen Filtertücher; da sich jedoch die Poren dieser Platten leicht verstopfen, so muß bei continuirlichem Betriebe der Pressen täglich ein- bis zweimal eine Reinigung derselben

vorgenommen werden dadurch, daß man durch ein besonderes Ventil am Schlammeingangscanal reines Wasser in die Presse pumpt, das durch die Hähne wieder abläuft.

Im allgemeinen ist zu bemerken, daß bei Filtertüchern die Dichtheit bezw. Porosität in den meisten Fällen weit weniger von Bedeutung ist, als man in der Regel annimmt. Nur bei solchen Stoffen, welche keine Kuchen bilden und nur fein geklärt werden sollen, spielt die Weite der Poren eine Rolle, da dieselbe kleiner sein muß, wie die feinsten suspendirten

Fig. 56 b.

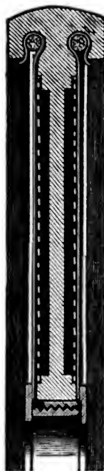
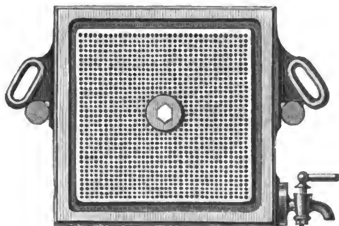


Fig. 56 a.

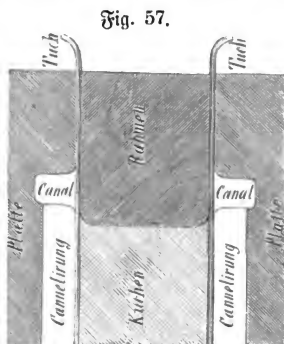


Theile (bei Klärung von Wein, Bier, feinen Oelen u. s. w.). Bei allen kuchenbildenden Stoffen genügen selbst ziemlich grobe Tücher, da im schlimmsten Falle das Filtrat in der ersten Minute etwas trübe läuft, dann aber sofort durch den ersten abgelagerten Niederschlag auf das feinste geklärt wird; der Niederschlag also und nicht das Tuch bildet dann das wirksame Filter.

Für stark ätzende Stoffe sind die eingelegten Patentfiltertücher von Dehne (Fig. 56 a, Ansicht und Fig. 56 b, Querschnitt der Platte) sehr empfehlenswerth. Hier sind die Plattenränder mit Gummi oder Pappe gegenseitig abgedichtet, und das Filter-

tuch liegt nur auf der inneren vertieften Fläche der Platten über gelochten Blechen. Die Befestigung geschieht dadurch, daß sich die Tuchränder in eine unter den Dichtungsrändern herumlaufende Nuth einlegen und daselbst mittelst einer weichen Hanf- oder Baumwollenschnur festgestopft werden. Solche Tücher halten erfahrungsgemäß monatelang und brauchen bei gut gebildeten Kuchen nicht eher herausgenommen zu werden, als bis sie zerreißen.

Fig. 57.



In Figur 57 ist eine recht empfehlenswerthe Anordnung der Befestigung der Filtertücher in einer Rahmenfilterpresse dargestellt. (Maschinenfabrik von Schütz & Hertel in Wurzen i. S.)

§ 68. Die Filterplatten und Saftrahmen.

Die Filterpressen bestehen also aus einem System von größeren oder kleineren Filterkammern, die durch passend geformte, meist quadratische (in Frankreich auch runde) Filterplatten und bezw. Rahmen gebildet werden.

Diese Filterplatten werden mit verticallaufenden Cannelirungen versehen, die mit den Abdichtungsrändern der Platten in einer Ebene liegen, und über welche die Filtertücher so gehängt und befestigt werden, daß die Fugen zum dichten Abschluß gebracht werden. Von der Sorgfalt der allseitigen Dichtung der zahlreichen Abschluß- und Trennungsflächen

hängt die zuläſſige Spannung der ſchlammigen, der Filter-preſſe zuzuführenden Flüſſigkeit ab.

Um die Filterkammern zu dieſem erforderlichen dichten Abſchluß zu bringen, iſt es wichtig, dieſelben gleich von vorn-herein feſt zu ſchließen, weil ſich dann viel weniger leicht Undichtigkeiten bilden, welche — wenn einmal eingetreten — ſelbſt mit viel ſtärkerem Druck ſchwer zu beſeitigen ſind.

Die Filterplatten werden in der Regel mit perforirten (durchlochten Sieb-) Blechen wegen der größeren Haltbarkeit der Preßtücher verſehen, welche Anordnung einige Conſtruc-teure nur bei den aus Eiſen hergeſtellten Filterplatten em-pfehlen, andere ſelbſt da für überflüſſig halten.

So ſchreibt uns z. B. die eine Filterpreſſenfabrik: »Ganz im Anfange, als die Filterpreſſen aufkamen, wurden die Platten mit Cannelirungen ohne Bleche verſehen. Dieſe Platten bewährten ſich aber gar nicht, weil die Preßtücher zu ſtark litten. Man benutzt daher jetzt allgemein perforirte Bleche, welche die Cannelirungen bedecken und durch welche die Tücher in beſter Weiſe geſchont werden. Wenn behauptet wird, daß es beſſer ſei, die Bleche fortzulaſſen, ſo iſt das einzige Motiv dieſer Empfehlung billigere Preisſtellung bezw. Sparſamkeit.«

Ganz entgegengeſetzter Anſicht iſt eine andere Fabrik, welche uns ſchreibt: »Es iſt richtig, daß die perforirten Bleche zur Schonung der Filtertücher eingeführt wurden, aber nur deshalb, weil anfangs verhältnißmäßig ſehr weite Cannelirungen üblich waren. Wenn man die Schwierigkeit, das Auslaufen des Eiſens beim Gießen feiner Cannelirungen mit längeren Stellen überwunden hat, ſo fällt der Grund für die An-wendung perforirter Bleche fort. Von den Tauſenden von Filterpreſſen, welche mit Holzkammern ausgeführt wurden,

ist gewiß nicht 1 Prozent mit Blechen versehen, obgleich die Schonung der Tücher, welche außer der mechanischen Einwirkung auch noch der chemischen zu widerstehen haben, ein äußerst wichtiger Punkt ist. — Wir haben vor ca. 7 Jahren auch Filterpressen in Eisen ohne Blech eingeführt und verschiedene Hundert neben solchen mit Blechen geliefert, ohne von unseren Kunden jemals eine Ausstellung über die ersteren erfahren zu haben. — Der hauptsächlichste Grund für die Weglassung der Tücher liegt bei uns in der größeren Reinlichkeit bei eisernen Pressen, denn bei Holzpressen bleiben sie allgemein weg — nicht in der Billigkeit, denn die Platten werden durch das größere Gewicht und das immerhin schwierigere Gießen und Formen eher theurer als billiger wie Bleche.«

Endlich schreibt uns noch eine dritte Filterpressenfabrik hierüber Folgendes: »Unserer Ueberzeugung nach ist der Werth der durchlochten Bleche ein illusorischer, seit man versteht, die Cannelirungen der Filterplatten fein und exact genug zu gießen, was allerdings von einzelnen Fabriken nicht beachtet wird. Da übrigens fein cannelirte Filterplatten $^1/_2$, gelochte Bleche aber nur $^1/_{12}$ der ganzen Tuchfläche für die Filtration frei lassen, so haben diejenigen nicht so ganz unrecht, welche die perforirten Bleche für überflüssig erachten. In unserem Katalog wird daher jede Art von Filterpressen mit oder ohne Bleche zur Auswahl gestellt.«

Hiebei möchten wir noch darauf besonders aufmerksam machen, daß, wie auch schon die letzte Fabrik richtig bemerkt, die freie und eigentlich wirksame Filterfläche bei Anordnung von perforirten Blechen wesentlich (um 10—11 %) vermindert wird.

Bei den nur mit Cannelirungen versehenen Filterplatten sind nach Ansicht einiger Constructeure tiefe und steile Ecken

möglichst zu vermeiden. Für dünne Tücher und schwache Säuren empfehlen dieselben feinere, für dicke Tücher und scharf angreifende Flüssigkeiten gröbere Cannelirungen. Die Dichtungsflächen müssen sorgfältig und ohne jede Unebenheit aufeinanderpassen.

Eine gute Abdichtung der durch sämmtliche Platten und Rahmen einer Filterpresse geführten Schlamm- und Aussüßcanäle wird durch das patentirte Verfahren des Ingenieurs Joh. Kroog in Halle a. S. dadurch bewirkt, daß Gummiringe in die entsprechend erweiterten Bohrungen der Platten resp. Rahmen eingesetzt werden, die beim Zusammenschrauben der Presse die Fugen luftdicht schließen.

A. L. G. Dehne in Halle a. d. S. bewirkt eine Abdichtung der Platten gegen einander bei seinen Metall-Compositionsfiltern durch einen Ueberzug von vulkanisirtem Kautschuk.

Was das Format der Filterplatten und Saftrahmen anlangt, so ist zwar das größte das vortheilhafteste, wenn es sich um größte Leistungsfähigkeit der Filterpressen handelt, weil bei denselben das Verhältniß der totalen Plattenfläche zur Nettofilterfläche am günstigsten ist, jedoch ist aus praktischen (Betriebs-) Rücksichten das Maximum zu etwa 1·2 Mtr. im Quadrat bei eisernen, circa 1000 Mm. im Quadrat bei Pressen mit Holzeinsätzen anzunehmen (viereckige Platten vorausgesetzt).

Trotzdem werden auch größere Filterpressen gebaut. So z. B. liefert die Maschinenfabrik von A. L. G. Dehne auf Wunsch auch Pressen mit 1·5 Mtr. im Quadrat. Die sogen. Monstre- oder Riesenpressen haben sonst nur Platten von 100 bis 120 Cm. im Quadrat.

Recht leistungsfähig und dabei handlicher sind Platten von 70—80, weniger leistungsfähig, aber sehr bequem solche

von 50—60 Cm. im Quadrat. Für kleinere Quantitäten und sehr theure Stoffe empfehlen sich auch Platten von 20—32 Cm. im Quadrat.

Nachzutragen hätten wir noch, daß in neuester Zeit A. L. G. Dehne die Filterplatten auch mit einer besonderen Construction von Ventilen anfertigt, welche durch den Druck eines Kniehebels geschlossen bezw. geöffnet werden. Die bislang üblichen Ablaufhähne sind durch die Breite der Platten beschränkt und mußten daher unverhältnißmäßig lange und dünne Küken erhalten, welche bei der Auslaugung nicht gut zu dichten, oft nachzuschleifen und schwer zu drehen sind. Die Kniehebelventile (Patent Dehne) vermeiden diesen Uebelstand, lassen sich in Eisen, Bronze, Blei, Holz, Porzellan, Glas u. s. w. herstellen und halten dicht bei jedem vorkommenden Drucke.

§ 69. Die Dicke der Preßkuchen.

Gewöhnlich beträgt die Preßkuchendicke nur 25—30 Mm. Bei Auslaugepressen ist es oftmals von Vortheil, die Kuchendicke nur 12—22 Mm. groß zu wählen, und Kuchendicken von mehr als 40—50 Mm. — selbst bei leicht auszulaugenden Substanzen — sollen bei diesen Filterpressen niemals verlangt werden.

Für Pressen ohne Auslaugung ist es dagegen im allgemeinen zu empfehlen, möglichst große Preßkuchendicke zu wählen, besonders für leicht zu filtrirende Massen. Für schwer zu filtrirende Massen giebt es eine bestimmte Kuchendicke, welche die Erfahrung bereits festgestellt hat oder die auf einer kleinen Laboratoriums-Filterpresse durch Versuche ermittelt wird.

§ 70. Specielles über die Construction der Filterpressen.

Die Filterplatten werden bei den Rahmenfilterpressen zwischen zwei starke Kopf- oder Endplatten so aneinandergelegt, daß stets ein Saftrahmen (Hohlrahmen) zwischen zwei Filterplatten hängt, während bei den Kammerfilterpressen die Abdichtungsränder der Filterplatten um die halbe Preßkuchendicke gegen die Ebene der Cannelirungen vorstehen und je zwei aneinandergeschobene Filterplatten den Hohlraum für den Filterkuchen bilden. (Siehe die Fig. 54 und 55.) —

Die eine Kopfplatte ist beweglich und läßt sich wie die Filterplatten bezw. Rahmen auf zwei kräftigen Tragspindeln verschieben. Die andere Kopfplatte steht fest und enthält sämmtliche Zuleitungen für die Masse, für die sogen. Aussüßeflüssigkeit, für Dampf u. s. w. mit sämmtlicher zugehörigen Armatur, ebenso eventuell ein Sicherheitsventil, ein Dampfventil, ein Manometer, den Gegendruckapparat mit Aräometergefäß, sowie die Handpumpen zum Speisen und zur Aussüßung.

Das ganze System wird vermittelst einer kräftigen Druckspindel (Rundspindel, Winkelhebelverschluß u. s. w.) fest zusammengeschraubt und bildet nunmehr eine Anzahl nebeneinander gereihter, größerer oder kleinerer Hohlräume oder Kammern, wobei die Filtertücher die Abdichtung an den äußeren Rändern der Filterplatten bewirken.

In neuerer Zeit, wo man Pressen für sehr hohen Druck und mit großer Kammerzahl construirt, reichen die bisher gebräuchlichen Verschlüsse mit einer einfachen, central drückenden Schraubenspindel nicht mehr aus, da auch jetzt z. B. in Porzellanfabriken, wenn Caolin oder andere schwer

zu pressende Stoffe verarbeitet werden, zum Oeffnen und Schließen der Pressen jedesmal 4—6 Mann herbeigerufen werden müssen. Dieser Uebelstand wird durch die neuen Verschlußmethoden vollständig beseitigt.

Der hydraulische Verschluß ist für sehr hohen Druck oder sehr große Pressen geeignet, und die Arbeit des Oeffnens und Schließens kann durch die Verwendung von Accumulatoren noch besonders bequem gemacht werden. Für gewöhnliche Fälle aber haben sich als außerordentlich einfach und wirksam die

Fig. 58.

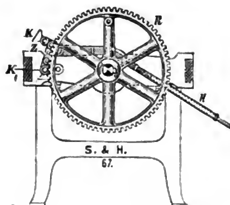
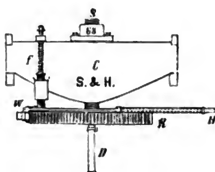


Fig. 59.



Sperrrad-Hebelverschlüsse bewährt, welche selbst das Schließen sehr großer Pressen mit Leichtigkeit mit einem einzigen Mann ermöglichen, weil die Kraftvervielfältigung ohne erhebliche Reibungsverluste erreicht wird, denn an dem Drehzapfen wird unter Druck und Reibung nur ein minimaler Weg zurückgelegt.

In den Figuren 58 und 59 ist dieser Patent-Hebelverschluß abgebildet. »An Stelle des Griffrades bei dem gewöhnlichen Spindelverschluß befindet sich das große Sperrrad R, mittelst dessen Kurbel D das bewegliche Kopfstück der Presse an- oder abgeschoben wird. Das Zuspannen erfolgt an

dem ausziehbaren Doppelhebel H mittelst der Sperrklinke K. Riesenpressen erhalten zwei Sperrklinken K und K_1, welche nacheinander derart benutzt werden, daß man anfänglich die eine Klinke für drei oder mehr Zähne und zuletzt die andere für einen Zahn Schaltung pro Hub einlegt.« Die Reibungsarbeit ist verhältnißmäßig gering, die Uebersetzung groß und die Wirkung dieses Verschlusses kräftig. Filterpressen mit derartigen Verschlußvorrichtungen werden seit einigen Jahren von Schütz & Hertel in Wurzen i. S. geliefert.

Aber auch die Filterpressen mit dem Dehne'schen Winkelhebelverschluß sind sehr empfehlenswerth; sie haben sich bei Monstrefilterpressen von 100 Cm. im Quadrat und 10 Atmosphären Flüssigkeitsdruck, entsprechend einem Druck auf die Kopfstücke von 100.000 Kgr., sehr gut bewährt und können von einem einzigen Manne bedient werden, da die Uebersetzung 1 : 2000 beträgt.

Eine Oeffnung, für die Einführung der zu filtrirenden Substanz bestimmt, befindet sich in jeder Platte sowie in der feststehenden End- oder Kopfplatte, entweder in der Mitte (gewöhnlich) oder seitlich, oben oder unten. Durch die seitliche Einführung lassen sich die Canäle leicht übersehen und die Abdichtungsflächen an denselben leicht reinigen; sie hat auch noch den Vortheil, daß beim Oeffnen der Pressen stets nur eine und zwar eine bequem liegende Dichtungsfläche der Platten, Rahmen und Tücher durch flüssige oder breiartige Rückstände im Wasserzuführungscanal verunreinigt werden kann, und falls nun dieser Canal noch möglichst tief gelegen ist, so braucht nur ein ganz kurzes Stück dieser einen Seite durch Abwaschen reingehalten zu werden.

Durch diese Oeffnungen wird nach dem festen Zusammenschrauben der Pressen ein durch die ganze Filterpresse gehender

Canal gebildet, welcher durch kleinere Oeffnungen mit jeder einzelnen Filterkammer in Verbindung steht. Indem nun unter Druck die zu filtrirende Substanz in diesen Canal hineingeleitet wird, füllen sich die sämmtlichen Kammern mit den betreffenden Substanzen, und es findet durch weiteres Nachdrücken derselben eine Scheidung der festen von den flüssigen Bestandtheilen statt und zwar in der Weise, daß die festen Massen in den Filterkammern verbleiben und die Flüssigkeit vollkommen klar filtrirt aus dem Ablauf, der sich an jeder Kammer befindet, entweicht und in einer gemeinschaftlichen, an der vorderen Seite der Filterpresse befindlichen Sammelrinne aufgefangen wird.

Die Einführung der zu filtrirenden oder abzupressenden Substanzen in die Presse geschieht entweder mittelst einer Pumpe (Plunger- oder Kolbenpumpe), oder mit Montejus und Luftpumpe (also mittelst comprimirter Luft), oder durch hydrostatischen Druck aus einem hochgelegenen Reservoir (besonders wenn keine festen Kuchen gebildet zu werden brauchen), oder durch Dampfdruck oder endlich durch automatisch wirkende von Dehne, Schütz & Hertel, Wegelin & Hübner u. A. construirte Schlammpumpen, wenn es sich um die Verarbeitung großer Quantitäten handelt.

Für die Filtration flüchtiger Substanzen (wie Alkohol, Benzin, Aether u. s. w.), oder Flüssigkeiten, die solche leichtflüchtige Stoffe gelöst enthalten, oder auch von besonders werthvollen Substanzen werden die Filterpressen zur Verhütung der Verdunstung, des Austropfens, der Feuersgefahr so eingerichtet, daß das Filtrat in geschlossenen Canälen aufgefangen und abgeleitet wird.

Dehne in Halle a. S. construirt z. B. Patent-Filterpressen mit sogen. Verschlußhaube, die völlig luftdicht auf

einer Schüssel abschließt und in welcher alle festen, flüssigen, dampf- und gasförmigen Substanzen, welche aus der Presse entweichen, aufgefangen und in Absorptionsgefäße geleitet werden können.

Substanzen, welche bei gewöhnlicher Temperatur fest sind, die aber in geschmolzenem Zustande filtrirt werden müssen (wie Wachs, Ceresin u. s. w.), oder Salze, die in der Kälte aus ihren Flüssigkeiten auskrystallisiren, werden mittelst Filterpressen filtrirt, welche mit Wärmevorrichtung für heißes Wasser oder Dampf versehen sind. Letztere Construction läßt sich auch da anwenden, wo die zu filtrirenden Substanzen während der Filtration in der Filterpresse abgekühlt werden sollen oder müssen, indem alsdann kaltes Wasser oder eine Kältemischung als Kühlmittel zur Verwendung kommt.

Das Wärme- oder Kälteagens kommt hiebei in beiden Fällen mit der zu filtrirenden Flüssigkeit oder Masse nicht in Berührung, sondern es findet die Erwärmung u. s. w. durch sogen. Heizschlangen statt, welche sich im Innern der Filterplatten befinden und mit einem Dampf- oder Wasser-Ein- und Austrittsrohr communiciren.

Solche Pressen mit Heizvorrichtung werden z. B. von Dehne in Halle als Kammer- und Rahmenpressen, sowie ohne oder mit absoluter Auslaugung gefertigt. Fig. 60 zeigt die Platte einer Kammerfilterpresse ohne Auslaugung mit mittlerem Eingang und Heizschlange.

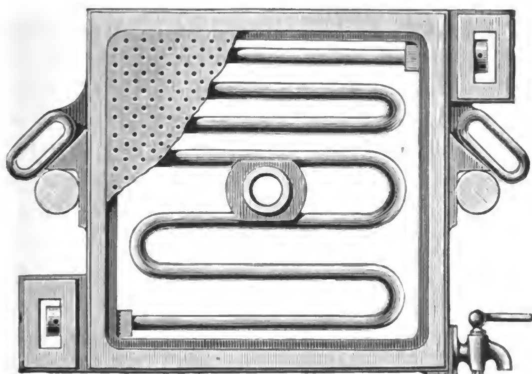
§ 71. Filterpressen mit Auslauge- oder Aussüßungsvorrichtungen.

Die Auslaugepressen beruhen auf dem richtigen Princip der Verdrängung des Saftes durch Wasser (Auslaugewasser) und haben unseres Erachtens eine große Zukunft. Durch sie

wird z. B. Zucker in großer Menge und Reinheit in recht kurzer Zeit und mit nur wenig Wasser gewonnen.

Wenn es irgendwo am Platze ist, einen Apparat so einfach wie möglich zu gestalten, so ist dies bei diesen Auslaugepressen der Fall; alle complicirten Mechanismen, welche sich leicht verstopfen oder in Unordnung kommen, sind an denselben möglichst zu vermeiden.

Fig. 60.



Soll der gewonnene Preßkuchen noch mit Wasser — oder nach Bedürfniß auch mit Alkohol, Benzin oder mit einer anderen Waschflüssigkeit — gleichmäßig ausgelaugt oder ausgesüßt werden, um die in dem Kuchen enthaltenen, in den genannten Flüssigkeiten löslichen Substanzen daraus zu entfernen bezw. zu gewinnen, so erfordert dies zunächst einen Preßkuchen von gleichmäßiger Dicke und gleichmäßiger Consistenz.

Das Aussüßen erfolgt am besten in Pressen mit seitlicher Einführung und mit Rahmen (also in Rahmenfilter-

pressen). Hier sind die Canäle von sehr geringem Querschnitt, und es bildet sich keine weiche Stelle, wie an der Einführung in der Mitte der Kammern. Empfehlenswerth sind hiebei »Verschraubungen«, die so gebildet sind, daß der Einführungscanal geschlossen und nur mit kleinen, seitlich in die Kammern führenden Oeffnungen versehen erscheint. Verschraubungen solcher Gestalt stützen außerdem die Platten auf's Wirksamste und erhöhen ihre Haltbarkeit.

Die Maschinenfabrik Schütz & Hertel hat dadurch die Vervollkommnung der Auslaugung u. s. w. erstrebt, daß bei ihren Auslaugepressen die Abführung der in den Cannelirungen befindlichen atmosphärischen Luft durch selbstthätig wirkende, aus Gummikügelchen bestehende Luftventilchen beim Beginne des Auslaugens vor sich geht. Das Auslaugen erfolgt durch einen Gegendruck, dessen Höhe durch ein Drosselventil besonderer Construction regulirt wird.

Bei diesem Verfahren wird verhindert, daß die bei wachsendem Flüssigkeitsdrucke comprimirte atmosphärische Luft einen Theil des oberen Raumes hinter den Tüchern ausfüllen und somit dieser Theil gar nicht oder nur unvollkommen ausgesüßt würde.

Das Auslaugewasser wird dadurch gezwungen, den Kuchen überall, auch wenn er nicht ganz homogen sein sollte, zu durchdringen und alle löslichen Bestandtheile zu entfernen.

Eine Entluftung der Kammern ist für eine gute Auslaugung der Preßkuchen durchaus nothwendig und wird auch von den Maschinenfabriken von Dehne, Joh. Kroog und Wegelin & Hübner durch mehr oder minder complicirte Mechanismen bewirkt. Dehne's patentirte absolute Auslau-

gung enthält viele Vorzüge, die einige Fabriken auf umständliche Weise anstreben müssen — des Patentes wegen. Der Dehne'sche Luftcanal entluftet in einfacher Weise sämmtliche Kammern und ist durch einen einzigen Hahn zu schließen. Bemerkenswerth ist die Anordnung, daß das Auslaugewasser nach oben abgeführt wird, da hiebei die beiden Seiten des auszulaugenden Kuchens unter demselben hydrostatischen Druck stehen und das Wasser in kürzester (horizontaler) Richtung hindurchgeht, so daß auch die oberen Partien ganz gleichmäßig ausgelaugt werden.

Eine einfache Entluftung der Kammern, welche sich ganz automatisch vollzieht, besitzen auch die von Wegelin & Hübner fabricirten Auslaugepressen. Durch einfaches An- und Abstellen eines einzigen Hahnes wird vollständige Entluftung der Waschkammern und dadurch eine vollkommene Aussüßung der Schlammkuchen hervorgerufen. Der durch eine solche Presse — Fortschrittspresse nennt sie die Fabrik — mit 24 Kammern in einer Zuckerfabrik pro Campagne erzielte, der Wirklichkeit entnommene und durch Fachmänner verbürgte Gewinn betrug beispielsweise:

Gewonnenes Aussüß pro Pressung = 250 Liter Saft von 5·25° Brix und 4% Zucker = 10 Kgr. 100 Arbeitstage mit 15 Pressen pro Tag ergaben 15.000 Kgr. Zucker oder einen Gewinn von 5250 Mark, wenn man den Centner Zucker zu nur 17·5 Mark rechnet.

Bei Auslaugepressen erreicht man unter gewissen Umständen eine möglichste Anräucherung der Laugen auch dadurch, daß man das aus der einen Kammer austretende Filtrat durch einen zweiten und dritten Kuchen treten und denselben so theilweise auslaugen läßt.

§ 72. Filterpressen zur Erzielung möglichst trockener Preßkuchen.

Um möglichst trockene Preßkuchen (z. B. bei der Hefe-Fabrikation) zu erzielen, empfiehlt sich ein Nachpressen in der Filterpresse.

Dies sucht Joh. Kroog in Halle a. d. S. durch folgende, ihm patentirte Anordnung zu erreichen. Es werden bei diesen Filterpressen die Filterkammern auf der einen Seite von den Filterplatten, auf der anderen von sogenannten Druckplatten, die aus einem, auf beiden Seiten mit einer elastischen Membran (Kautschuk, gewellten Metallblechen u. s. w.) bespannten Rahmen gebildet sind, in der Weise begrenzt, daß auf die Filterplatten ein Rahmen, auf diesen eine Druckplatte, dann ein Rahmen, dann wieder eine Filterplatte — und so fort folgt.

Während die zu filtrirenden Substanzen in die Presse gebracht werden, sind diese Druckplatten mit Luft gefüllt, so daß sie etwas nachgeben können, oder sie erhalten eine Wasserfüllung, damit sie wie feste Wände wirken. Sobald sich der Preßkuchen gebildet hat, läßt man in diese Platten Druckwasser treten, das die elastischen Wände ausdehnt, wodurch ein kräftiges Nachpressen der Kuchen erreicht wird.

Unseres Wissens ist jedoch dieses Patent unausgeführt geblieben, da es technisch schwer herzustellen ist.

Recht wünschenswerth ist es, die Preßkuchen möglichst trocken zu erhalten ohne Anwendung hohen Druckes. Man erreicht eine sehr gute Trocknung der Kuchen zweckentsprechend und leicht, wenn man schwächer oder stärker comprimirte atmosphärische Luft, die eventuell auch noch erhitzt sein kann, in den Auswaschcanal oder überhaupt in einen, hinter die Filtertücher führenden Canal nachpumpt. Eine rasche Trock-

nung der Kuchen von theuren Präparaten erfolgt am besten durch Nachpumpen von Alkohol.

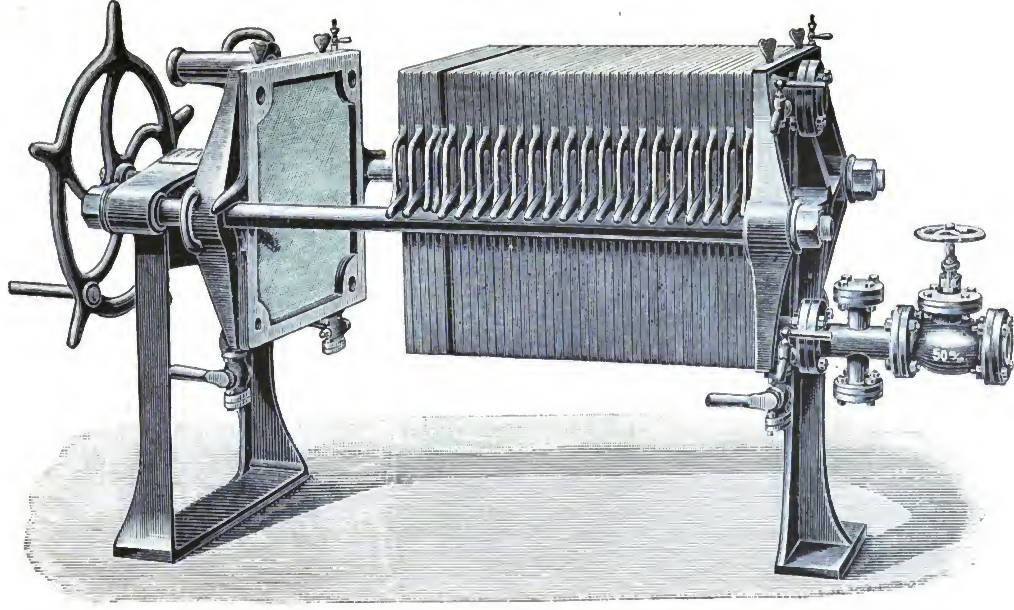
§ 73. Doppelfilterpresse von Wegelin & Hübner.

Eine gute Filtration wird besser durch Wiederholung derselben bei geringem Druck und bei großer, möglichst ausgenützter Filterfläche, als wie durch Verdoppelung des Filtrirmateriales erzielt, weil hiedurch der Reibungswiderstand und demzufolge auch der Druck zur Ueberwindung desselben unnöthig gesteigert wird.

Nach diesem Princip hat die Maschinenfabrik von Wegelin & Hübner in Halle a. d. S. eine Doppelfilterpresse construirt für Dünn- und Dicksäfte für Zuckerfabriken und Raffinerien, welche absolut klare, von allen mechanischen Unreinigkeiten freie Säfte zu liefern vermag. Diese Presse ist in der letzten Zuckercampagne (1885) in mehreren Exemplaren in Betrieb gewesen und soll sich ganz vorzüglich bewährt haben. Sie besteht aus Filterplatten und Rahmen aus Eisen, die in einem Gestell mit feststehendem und beweglichen End- oder Kopfstück placirt werden. Die so gebildete Filterpresse wird durch eine massive Scheidewand mit zwei Canalverbindungen in zwei Abtheilungen, in ein Vorfilter und ein Nachfilter, getheilt. (Fig. 61.)

Die Filterplatten des Vorfilters werden mit groben, die des Nachfilters mit feinen Tüchern überzogen. Der Eintritt der zu filtrirenden Säfte in das Vorfilter geschieht von unten; der einmal filtrirte Saft fließt durch einen geschlossenen Canal nach dem Nachfilter, in welches er ebenfalls von unten eintritt und nach oben in den geschlossenen Ablaufcanal zum zweiten Male filtrirt.

Fig. 61.



Da diese Presse geschlossen construirt ist, so kann man dieselbe in vorhandene Rohrstränge als Zwischenstation einschalten, ohne daß dadurch die gegebenen Druckverhältnisse wesentlich vermindert werden. Da der Safteinlauf unten, der Saftauslauf oben stattfindet, so kann die Presse während des Betriebes niemals leer laufen, sondern muß stets gleichmäßig gefüllt bleiben, was für die Filtrirfähigkeit derselben von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist, denn Störungen im Saftzuflusse bringen atmosphärische Luft in den Apparat, durch welche eine Veränderung der Säfte naturgemäß hervorgerufen wird. Die Anzahl der Kammern dieser Doppelfilterpresse schwankt zwischen 20 und 30.

Hiezu schreibt uns eine Concurrenzfabrik:

»Der durch die Doppelfilterpresse von Wegelin & Hübner erstrebte Zweck wurde seither durch Aufstellungen oder Einschaltungen sogenannter Klärpressen erreicht, und wir halten dieselbe insofern für praktischer, als hinter die Vorfilterpresse, welche in solchem Falle eine Presse mit geschlossenem Ablaufcanal sein muß, eine Druckregulirung durch ein Drosselventil oder dergleichen möglich ist. Bekanntlich wird eine vollkommen klare Filtration nicht durch das Filtertuch allein, sondern in den weitaus meisten Fällen durch die sich auf dem Filtertuch erst bildende Schicht erreicht, und es ist ein Kunstgriff, schwer zu klärende, schleimige Flüssigkeiten (wie z. B. alte Oele), welche durch das dichteste Tuch nicht klar werden, dadurch glockenhell zu filtriren, daß man durch Vorfiltration auf den Filtertüchern erst durch Schlemmkreide eine Schicht erzeugt. Hauptsache aber für diese klare Filtration bleibt die Anwendung eines nur geringen Druckes.

Das Filtriren von Oelen, Lacken und anderen schleimigen oder Eiweißkörper enthaltenden Stoffen ist überhaupt

nur mittelst ruhigen und hydrostatischen Druckes von höchstens 1—1·5 Meter Flüssigkeitssäule möglich. — Eiweißkörperchen zwängen sich durch die kleinste Oeffnung, so etwa wie Blutkörperchen sich durch die Bindegewebe u. s. w. zwängen.«

§ 74. Dehne's Excelsior-Filterpresse.

Diese neue Filterpresse dient den gleichen Zwecken wie die vorerwähnte Doppelfilterpresse von Wegelin & Hübner, nämlich der möglichst klaren Filtration von Dünn- und Dicksäften in der Zucker-Fabrikation, außerdem ist sie auch überall da geeignet, wo die Kunst der Filterpressen bislang aufgehört hat, also bei der Filtration von thierischen und pflanzlichen Schleimen und Fetten (wie z. B. Leim, Gummi arabicum, Lab-Extract aus Kälbermagen u. s. w.) Die Excelsior-Pressen bestehen nur aus dünnen, leichten Holzrahmen, von denen die einen mit 5 Holzleisten quer durchzogen und mit Tüchern behängt sind, die anderen aber als hohle Filterkammern dienen. Die Einführung erfolgt von unten, der Austritt oben in geschlossenem Canal.

Diese Pressen sind seit Herbst vorigen Jahres (1885) besonders in böhmischen Zuckerfabriken verbreitet und haben sich gut bewährt. Sie werden mit 25 bis 100 Einsätzen zur Zeit gebaut und sind sehr billig.

Will man eine doppelte Filtration, so stellt man einen zweiten — halb so großen — Apparat neben den ersten. Dieser zweite Apparat ist aber für Zuckerfabriken selten nöthig, weil der Saft schon aus dem ersten allein völlig klar austritt.

Zu erwähnen wären auch noch die von derselben Fabrik gebauten Patent-Filterpressen mit Dreikammersystem, welche die Bildung besonders poröser Filter aus einem geeigneten

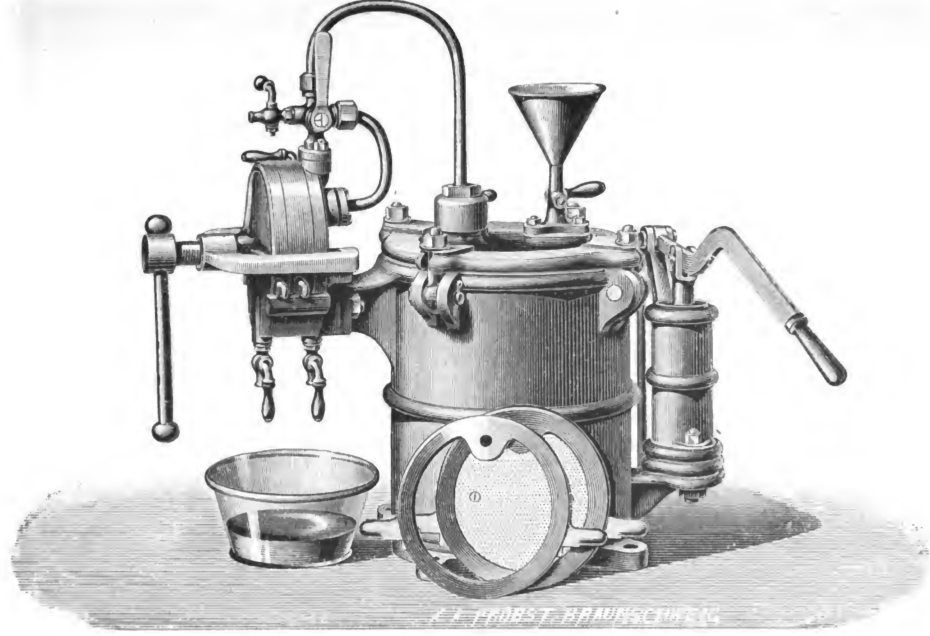
Materiale (Sand und Knochenkohle u. s. w.) in besonderen Kammern gestatten. Das Dreikammersystem hat nur einen sehr beschränkten Wirkungskreis und ist sehr complicirt.

§ 75. Riesen-, Laboratoriums-, Taschen- und andere Filterpressen.

Neben den sogenannten Riesen- oder Monstrepressen für große Porzellan- und Steingutfabriken, Caolinschlämmereien, Cementfabriken u. s. w., wo die Filterplatten 1 Mtr. und mehr im Quadrat halten und die Leistungsfähigkeit oft 45.000 und mehr Kilogramm pro Tag beträgt — je nach der Anzahl der Filterkammern, die zwischen 12 und 60 schwankt, die ferner bei gleicher Filterfläche nicht theurer sind als die kleineren Pressen und vor diesen noch den Vortheil eines geringeren Raumerfordernisses neben verhältnißmäßig leichter Bedienung haben, werden von den, von uns in den vorhergehenden Paragraphen wiederholt genannten Maschinenfabriken und anderen auch umgekehrt sehr kleine, sogenannte Laboratoriums-Filterpressen mit Handpumpe, mit Montejus und Luftpumpe u. s. w. in den verschiedensten, recht einfachen Constructionen gebaut, die sich speciell für chemische Fabriken, Laboratorien u. s. w., sowie zu eingehenderen Versuchen vor Anschaffung einer größeren Filterpresse eignen. (Fig. 62 stellt eine Laboratoriums-Filterpresse combinirt mit Montejus und Luftpumpe dar nach dem Systeme Wegelin & Hübner.)

Bei diesen kleinen Apparaten ist die horizontale Lage der Kammern außerordentlich bequem. Gerade bei Versuchen ist man oft im Zweifel, ob der Preßkuchen schon fertig, ob er fest oder trocken ist, und man hat von dem Kuchen aus der Presse Proben zu entnehmen, um zu sehen, wie weit die Aus-

Fig. 62.



laugung u. s. w. bereits vorgeschritten ist. Die vielleicht theilweise noch flüssigen Substanzen kann man bei allen diesen Laboratoriums-Filterpressen mit horizontaler Lage der Kammern ohne irgend welche Unbequemlichkeit, ohne Verspritzung oder Verunreinigung durch einfaches Abheben des Deckels leicht und schnell untersuchen und nach dem Schließen der Presse in dem Filtrationsproceß fortfahren.

Die sogenannten Taschen-Filterpressen verwendet man nach Schütz & Hertel und nach A. L. G. Dehne hauptsächlich, um die Verringerung der Filterfläche durch die Einführungs-, Auslauge- und dergleichen Canäle zu vermeiden, so daß das ganze Areal der Filterplatten zur Filtration dient. Die Canäle sind außerhalb der eigentlichen Filterplatten gelegen und mit Taschen versehen. Dieses System hilft zur Schonung der Filtertücher, da dieselben ohne Löcher — die stets eingesäumt werden müssen und trotzdem oftmals ausreißen — sein können, so daß man die Tücher im ganzen verwenden kann. Die Taschen zum Abdichten der Einführungscanäle werden dann aus Abfällen oder kleineren Stücken von Filtertüchern hergestellt.

Die Filterpressen-Fabriken bauen aber auch Apparate, bei denen die Ablauf- oder Sammelrinnen für klare und trübe Flüssigkeiten getrennt sind, oder Pressen mit oberer Schlauchzuführung, mit directer Weiterförderung (auch Hochförderung) des Filtrates und der Lauge oder beider zusammen — mit Filterplatten für einschlagbare Tücher, mit denen der Preßkuchen herausgehoben werden kann, ohne daß der vielleicht nicht ganz fest gewordene Kuchen aus der Presse herausfällt (wie z. B. bei Pressen für Bleiweiß) — oder zum Durchstecken der Filtertücher, um die Anwendung von Metall zu vermeiden, auch Pressen mit in zwei oder mehrere Flächen

abgetheilten Kammern, welche gemeinschaftliche oder getrennte Zuführungen erhalten u. s. w.

§ 76. Filterpresse mit Rahmen aus durchbohrten Metallröhren von Danchell.

F. L. H. Danchell in Forest hat sich 1878 eine Filterpresse patentiren lassen, welche aus einer Kammer besteht, in welcher mehrere Rahmen aus durchbohrten Metallröhren aufgestellt sind. Diese Röhren sind von allen Seiten mit Preßtuch umgeben, so daß die Flüssigkeiten durch die Tücher in die nach außen führenden Röhren hineinfiltriren. Dieses Patent ist wohl nur selten zur Ausführung gekommen, da man seit der Patentertheilung von ihm nie wieder etwas gehört hat.

§ 77. Filterpresse mit schlauchförmigem Preßtuch von Gigot.

Wenn ein an einem Ende befestigtes und festgehaltenes Tuch von schlauchförmiger Gestalt mit Stoffen, die einer Filtration unterworfen werden sollen, angefüllt und hierauf um seine Längenachse gedreht wird, so wird durch diese Drehung der ursprüngliche Innenraum des Schlauches bekanntlich vermindert, wodurch auf das Filtrat ein Druck ausgeübt wird, welcher den Filtrationsproceß beschleunigt.

Nach diesem Princip hat J. R. Gigot in Paris eine Filterpresse construirt, die ihm 1879 in allen Industrieländern patentirt wurde.

Die Construction dieser Erfindung ist in kurzen Worten folgende: Ein an seinen beiden Enden mit Metallringen ausgestattetes Filtertuch, das zur Verstärkung noch mit einem Netze aus Hanffäden oder Metalldraht oder einem Gerippe aus Kettchen versehen werden kann, ist oben an einer loth-

rechten Welle aufgehängt und wird unten durch seitlich angebrachte Büchsen in Verticalstangen geführt. Im unteren Metallringe befindet sich der durchlöcherte Boden des eigentlichen Filters, das die Gestalt eines Kegels — mit der Spitze nach oben — hat, und sind hier die Gewichte angehängt, welche den Schlauch nach abwärts ziehen. Beim Zusammenringen des Preßtuches pflanzt sich der Druck auch gegen den Boden des Filters hin gleichmäßig fort.

Ob sich diese Filterpresse einer größeren Verbreitung erfreut und bewährt, konnten wir trotz mehrfacher Bemühungen nicht in Erfahrung bringen; wir möchten es bezweifeln, da man von ihr nichts mehr hört.

§ 78. Filterpresse für breiartige Massen.

Eine bedeutende Rolle zu spielen — schreiben uns Schütz & Hertel — sind voraussichtlich die jetzt in Aufnahme gekommenen Filterpressen für Kartoffelreibsel und andere breiartige Massen berufen. Diese Pressen arbeiten mit sehr hohem Druck von 20 und mehr Atmosphären Stärke; es sind gewöhnliche Filterpressen aus Eisen mit hölzernen Rahmen. Die Preßkuchen bilden sich hier in ganz verschiedener Weise gegenüber den gewöhnlichen Filterpressen: zuerst stopfen sich die Ecken der Kammern voll und von der Mitte aus schiebt sich der gebildete Preßkuchen immer weiter nach der Peripherie. Diese Kuchen werden so fest und enthalten nur so wenig Wasser, daß sie trocken genug sind, um versandt werden zu können.

Für die Spiritusindustrie ist diese Einrichtung von großer Bedeutung, insofern die billigen Kartoffeln ungünstig gelegener großer Güter sofort, nachdem sie eingebracht werden, zerrieben, abgepreßt und versandt werden können. Der Ballast,

welchen die Kartoffel in Form von Wasser enthält, wird ausgeschieden und als Fütterungsstoff verwendet; das Verderben und der Verlust an Stärke durch langes Lagern der Kartoffeln wird vermieden, und die Brennereien verfügen das ganze Jahr hindurch über ein ausgezeichnetes und viel ergiebigeres Maischmaterial.

§ 79. Leistungsfähigkeit der Filterpressen.

Die Leistungsfähigkeit einer Filterpresse läßt sich leicht berechnen. Bezeichnet man mit g das specifische Gewicht des feuchten Preßkuchens, mit J den cubischen Inhalt einer Filterkammer (Hohlkammer) in Kbdm., mit a die Anzahl der Kammern und mit n die Anzahl der Chargen pro Tag, so ist die Leistung an fertigen Kuchen von einer Filterpresse:

$$L = J \cdot g \cdot a \cdot n \text{ Kilogramm.}$$

Bezeichnet außerdem $\frac{p}{q}$ das Verhältniß von festen zu flüssigen Substanzen in dem zu filtrirenden Schlamme, so ergiebt sich die Leistung an Filtrat volumetrisch zu:

$$L_1 = J \cdot a \cdot n \cdot \frac{p}{q} \text{ Liter}$$

und wenn g_1 das specifische Gewicht der Flüssigkeit ist:

$$L_2 = \frac{J \cdot a \cdot n \cdot p \cdot g_1}{q} \text{ Kilogramm Filtrat pro Tag.}$$

Die Anzahl der Füllungen beträgt für mittlere Verhältnisse pro Tag bei zehnstündigem Betriebe der Filterpressen:

4— 8	für schwer zu filtrirende Massen		(z. B. Thone)
8—12	» gut	» » »	(z. B. Hefe)
12—16	» leicht	» » »	(z. B. Erdfarben).

Für Auslaugepressen beträgt die Anzahl der Füllungen nur ca. ½—⅓ der hier angegebenen Werthe.

Handelt es sich um Klärung der Flüssigkeiten (z. B. von Flußwasser für Papierfabriken), so kann, wenn sich die Tücher nicht versetzen, die Presse tagelang geschlossen bleiben und es richtet sich die Leistungsfähigkeit alsdann hauptsächlich nach dem anwendbaren Flüssigkeitsdrucke.

Bei fetten und schleimigen Substanzen hängt die Dauer einer Operation überhaupt nur davon ab, wie lange die Filtertücher noch etwas durchlassen, weil sich bei ihnen keine Kuchen, sondern nur ein oft kaum bemerkbarer, undurchlässiger Beschlag auf den Tüchern bildet.

Die Auslaugung einer Charge nimmt je nach Umständen $^1/_4$—4 Stunden in Anspruch und ist bei Auslaugepressen in die Zeit einer Operation mit einzurechnen, ebenso natürlich die Entleerung und Reinigung der Filterpresse.

VI.

Die Filter aus natürlichen und künstlichen Steinen, Thon, Porzellan, Eisen, Glas, Schwämmen u. s. w. u. s. w.

§ 80. Filter aus natürlichen Steinen.*)

Sehr feinkörnige und poröse Sandsteine (sog. Filtrirsteine), die für Flüssigkeiten leicht durchgängig sind — größere Stücke von natürlichem Bimsstein, welcher nach dem Verfahren von Dr. Gerson in Hamburg auch noch zur Erhöhung

*) Ritter, Wasser und Eis. S. 131 u. ff. — Technisch-chemisches Jahrbuch 1881 u. 1882. S. 378 u. ff. — Dingler's Polytechn. Journal. Bd. 223. S. 70; 228. S. 421—425; 239. S. 197. u. a.

seiner filtrirenden Wirksamkeit mit einem unlöslichen Eisensalz getränkt sein kann und auf einer Drehbank gewöhnlich in Form eines Kegels hergestellt wird, der innen bis auf eine dünne Wand ausgehöhlt — ferner auch grobkörniger, in der Nähe von Paris gewonnener Sandstein (dort grès filtrant genannt), Marmor u. s. w. werden stets mit Vortheil beim Filtriren concentrirter Säuren oder ätzender Laugen, oxydirend wirkender oder solcher Flüssigkeiten benutzt, die bei Berührung mit organischen Stoffen zersetzt werden würden.*)

In manchen industriellen Etablissements werden sie auch zur Klärung von Wasser**) verwendet, können aber zur Verbesserung von Trinkwasser unseres Erachtens allein nicht benutzt werden, da sie ein keimfreies Wasser auf die Dauer nicht zu liefern vermögen.

Der Nachtheil solcher Steinfilter besteht in der Hauptsache darin, daß sie sehr bald ihre Wirksamkeit einbüßen. Die Poren der vom Wasser berührten Flächen versetzen sich gerade wie bei der Kohle und ähnlichen Filtrirmaterialien sehr leicht mit den abfiltrirten verunreinigenden Stoffen, so daß eine häufige Reinigung der natürlichen Steine geboten ist.

Diese Reinigung wird zweckmäßig in folgender Weise vorgenommen. Man legt den Filtrirstein auf einen Ofen und begießt ihn wiederholt mit Wasser. (Sind die Verstopfungen der Poren allein durch organische Substanzen herbeigeführt, so werden diese unter der gleichzeitigen Einwirkung von Luft

*) Techn. Wörterbuch von Karmarsch und Heeren, III. Auflage, Bd. III. S. 487.

**) Bei den Eisenschwammfiltern z. B. dient der Filtrirstein dazu, den vom Filtrirmaterial aufgenommenen Eisengehalt aus dem Wasser wieder zu entfernen. (Vergl. § 85.)

und Wärme eine Zersetzung erfahren, wodurch die Poren bald von ihnen befreit werden.) Nunmehr wird der Stein mit möglichst reinem Wasser (am besten reinem Regenwasser) abgespült, darauf ausgebürstet und an der Sonne oder auf dem Ofen getrocknet. Alsdann ist er von neuem zur Filtration brauchbar.

Ein Abschleifen der vom Wasser berührten Flächen bis zu der Tiefe, in welche die Verunreinigung hinabgedrungen, ist zwar recht wirksam, aber eine mühevolle Arbeit, die sich auch aus Sparsamkeitsrücksichten nicht empfehlen läßt.

Bestehen die das Wasser trübenden Beimengungen nicht allein aus organischen Stoffen, sondern enthält die Flüssigkeit vielleicht feste, mineralische Körper (z. B. zarte Lehmtheilchen), so ist es (nach Ritter a. a. O. S. 132) kaum möglich, den unwirksam gewordenen Filtrirstein wieder brauchbar zu machen, weil der Lehm sich nicht durch eine einfache Methode aus dem Steine entfernen läßt.

Hieraus folgt, daß die Verwendung der natürlichen Filtrirsteine zu Wasserreinigung eine ziemlich beschränkte ist, da das Wasser sehr häufig Mineralsubstanzen führt.

Am bequemsten und einfachsten ist es, den Filtrirstein an das Abflußrohr eines größeren Wasserbehälters zu befestigen. Der Druck der im Reservoir befindlichen Flüssigkeit preßt dann das ausströmende Wasser durch das Filtrum.

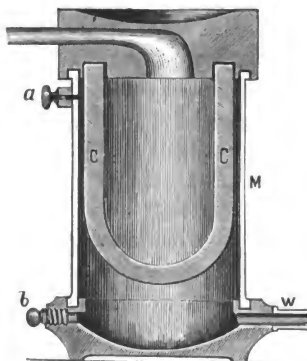
Nicht zweckmäßig ist es, aus den uns bereits bekannten Gründen, den Filtrirstein in das Saugrohr einer Pumpe oder in den Pumpenstiefel einzuschalten und zur Pressung den Atmosphärendruck zu benutzen. Empfehlenswerth dagegen sind die in den Figuren 63 und 64 dargestellten Anordnungen.

Figur 63 zeigt das Forster'sche Sandsteinfilter. Aus dem Sandsteinblock ist ein unten geschlossener und oben offener Hohlcylinder C gefertigt, dessen Durchmesser im Innern

10 Cm. und dessen Länge etwa 20 Cm. beträgt. Dieser Cylinder ist in einen Deckel aus Gußeisen eingekittet, der auf einem Blechmantel M sitzt, welcher unten in einen eisernen Fuß eingelassen ist.

»Das zu filtrirende Wasser,« schreibt Ritter, »tritt unten unter Druck bei W in den Mantel, passirt den Sand-

Fig. 63.

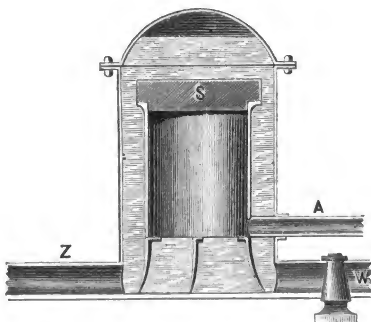


steincylinder und wird in demselben gereinigt (genauer: geklärt, der Verf.) und fließt oben ab. Wenn die Poren des Sandsteincylinders einmal so stark versetzt sind, daß die Filtration nur träge vor sich geht, so kann man den Cylinder durch einen neuen ersetzen und den ersten einer Reinigung unterziehen. Um keine Unterbrechung der Filtration eintreten zu lassen, muß man immer mehrere Cylinder in Vorrath haben.«

In Figur 64 ist ein Trillean'sches Filter abgebildet. Es besteht dieses Sandsteinfilter aus zwei Gefäßen, einem

äußeren und einem inneren. Letzteres trägt als Deckel den ziemlich dünnen Filtrirstein S, der auch statt aus Sandstein aus Bimsstein oder Marmor, oder aus künstlicher Steinmasse bestehen kann. Der untere Theil des inneren Behälters ist mit dem Abflußrohre A verbunden, welchem das filtrirte Wasser entnommen wird. Das trübe, verunreinigte Wasser tritt durch das Zuführungsrohr Z in den Außenbehälter, steigt

Fig. 64.



in demselben empor, geht schon bei ziemlich geringem Drucke leicht durch das Filtrum und tritt, wie bemerkt, bei A geklärt heraus. Das überflüssige Wasser fließt durch die Röhre W weiter, und es kann somit der Filtrirapparat in jede Wasserleitung eingeschaltet werden.

Ein eigenthümliches Verfahren empfiehlt Castelnau. Derselbe will das filtrirte Wasser dadurch mit Atmosphärenluft sättigen, daß er dasselbe in einen, unter dem porösen Filtrirstein liegenden Behälter tropfenweise fallen läßt.

§ 81. Künstliche Filtrirsteine.

Sehr poröse und sehr feinkörnige Sandsteine, wie solche eine wirksame Klärung der Flüssigkeiten verlangt, sind ziemlich schwer zu beschaffen; Bimsstein und namentlich Marmor sind in der nöthigen Größe und Qualität ziemlich kostspielig. Aus diesem Grunde werden in neuerer Zeit Filterplatten auf künstlichem Wege aus Mischungen verschiedener Mineralsubstanzen hergestellt.

Wir lassen hier einige, durch Patent geschützte Recepte folgen und erwähnen nur noch, daß die Filter der alten Culturvölker ebenfalls nicht selten aus künstlichen Steinen gefertigt waren.

G. W. Reye & Söhne in Hamburg bereiten (seit dem Jahre 1879) Filterplatten aus einem Gewichtstheile Gips mit drei Gewichtstheilen Infusorienerde. Diese Mischung wird mit Wasser zu einem dickflüssigen Teig angerührt, in Formenkästen geformt und getrocknet. Sind diese künstlichen Filtrirsteine nach längerem oder kürzerem Gebrauche unwirksam geworden, so können sie durch Abwaschen und Ausbürsten, oder durch Ausglühen wieder brauchbar gemacht werden. Tränkt man sie mit Carbolsäure, so sollen sie auch (nach der Patentschrift) für Desinfectionszwecke gut geeignet sein.

K. Steinmann in Tiefenfurt bei Görlitz empfiehlt die von ihm (seit 1880) angewendete Mischung von:

10 Thl. Thon, 1 Th. Schlemmkreide, 55 Th. groben Glassand, oder:

10 » » 1 » » 25 » feinen » »
30 » gemahlenen Feuerstein, oder:
15 » Thon, 1 Th. Schlemmkreide, 65 Th. feinen Glassand und 5 Th. gemahlenen Feuerstein.

Diese Mischung wird mit Wasser gehörig durchgeknetet, geformt und scharf gebrannt.

Bolley fertigt speciell für Filtrationszwecke einen künstlichen Bimsstein, dessen Zusammensetzung uns nicht bekannt geworden.

N. Strack in Petersburg hat sich einen Filtrirapparat patentiren lassen, mit welchem Kesselspeisewasser von allen

Fig. 65.

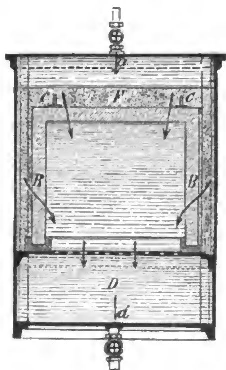
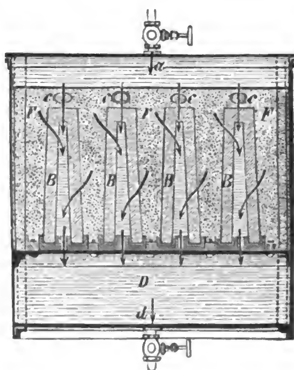


Fig. 66.



mechanischen Verunreinigungen befreit werden soll. In den Figuren 65 und 66 ist dieses Filter abgebildet.*) Die aus poröser, künstlicher Steinmasse in Form tiefer und schmaler Kästen hergestellten Filtrirsteine B stehen mit der Oeffnung nach unten in gußeisernen Schuhen auf dem mittleren Boden eines Eisenblechbehälters, sind in demselben durch Gummischläuche wasserdicht abgeschlossen und oben mit Handgriffen C versehen.

*) Praktischer Maschinenconstructeur, 1880. S. 215.

Die Zwischenräume F werden mit reinem Sand oder mit Bimsstein, oder mit pulverisirter Steinkohlen- oder Braunkohlencoke angefüllt. Das zu klärende Kesselspeisewasser tritt bei a in das Filter ein, nimmt seinen Weg durch die porösen Filtrirmaterialien in Richtung des Pfeiles und tritt alsdann geklärt in den unteren Raum D, aus dem es durch den Hahn d abgelassen werden kann.

§ 82. Die Filter aus Thon, Thonscherben u. dgl.

Porös gebrannte Gegenstände werden nicht nur allein zu Filtrationszwecken benutzt, sondern auch häufig zu Absorptions- und dialytischen Zwecken.

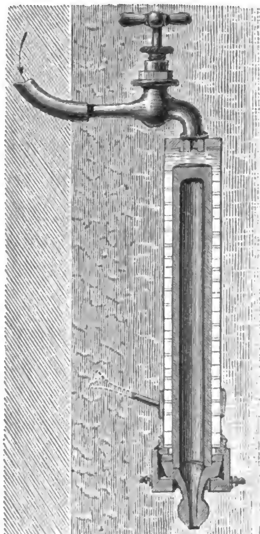
In Egypten filtrirt man seit Jahrtausenden trübes Nilwasser durch poröse Thonkrüge, und ebenso kannten die alten Griechen und Römer nach zuverlässigen Uebermittelungen (nach Plinius, Avicenna u. a. Schriftstellern des Alterthums) diese Filtrationsmethode. Thonkrüge haben auch für heiße Gegenden den Vorzug, daß sie das Wasser auf längere Zeit kühl und frisch halten.

Georg Prätorius in Breslau stellt Gefäße aus Thon in einer für den beabsichtigten Zweck geeigneten Form her (Patent vom Jahre 1879). Auf bekannte Weise wird die Porosität durch Zusatz von Holzkohlenpulver erzeugt, von dem für Absorptionsgefäße der Thonmasse circa 7$^1/_2$ Prozent, für Filter und Dialysatoren bis zu 33 Prozent beigemengt werden, und zwar bei den Filtergefäßen nicht, wie bei den beiden anderen, Kohlenstaub, sondern grobgepulverte Holzkohle von 0·5 bis 3·0 Mm. Korngröße.

Damit beim Brennen der geformten Mischung eine Sinterung erzeugt wird, erhält die Thonmasse auch noch einen

Zusatz von Flußspath, Feldspath oder Quarz, wodurch auch häufig eine Glasur derjenigen Stellen erspart bleibt, welche keine Porosität besitzen sollen.

Fig. 67.



Neville filtrirt das verunreinigte Wasser durch eine poröse Thonplatte, während E. Johnson in Blackheath und J. Robey in Greenwich (Patent vom Jahre 1877) Thonscherben mit einem Gemisch von Blättern, Sägespänen, Lehm und dgl. in Retorten glühen und die Scherben mit Kohle tränken. Sie benutzen diese Mischung zur Filtration von allen möglichen Flüssigkeiten, auch zur Klärung von Trinkwasser; ein keimfreies brauchbares Trinkwasser können sie aber nicht mit ihrem Filtrirmaterial erzielen.

§ 83. Das Porzellanfilter, System Chamberland-Pasteur.

Der in dem Laboratorium des weltbekannten Professors Pasteur in Paris zur Reinigung von Flüssigkeiten (besonders von Trinkwasser) von allen inficirenden Stoffen, Keimen, Mikroorganismen u. s. w. benutzte Filtrirapparat »Patent Chamberland« besteht, wie unsere Figur 67 zeigt, aus einer porösen Porzellanröhre, die an ihrem oberen Ende geschlossen ist, am unteren Ende einen durchlochten emaillirten Ring

mit Mündungsspitze trägt, aus welcher das filtrirte Wasser abfließt.

Der filternde Porzellancylinder hat eine Länge von 20 Cm. und einen inneren Durchmesser von 2·5 Cm. und sitzt inmitten einer Metallröhre, die an den Hahn der Wasserleitung befestigt wird. Der Zwischenraum zwischen beiden wird unten durch eine Kautschukplatte mittelst Ring und Schraubenmutter luftdicht verschlossen.

Wird der Hahn der Wasserleitung geöffnet, so fließt das Wasser in diesen Zwischenraum und filtert langsam unter Einwirkung des Flüssigkeitsdruckes durch das poröse Porzellan, in dessen Poren es seine trübenden und inficirenden Stoffe ablagert.

Bei einem mittleren Drucke von 2 Atmosphären liefert dieses Filter innerhalb 24 Stunden 40—50 Liter geklärtes Wasser, und ist dieses Wasserquantum natürlich um so größer, je größer die angewandte Pressung. Verbindet man die Röhren zu einer Batterie von 3, 6, 10 u. s. w. Filtern, so kann das für Schulen, Laboratorien, Kasernen, Fabriken u. s. w. nöthige Wasserquantum leicht gewonnen werden.

Die Reinigung dieses Porzellancylinders ist bei Verunreinigung durch organische Substanzen ziemlich einfach. Da die Filtration nur von außen erfolgt, so ist es klar, daß auch nur allein die äußere Oberfläche der Filterröhre verunreinigt werden kann. Es empfiehlt sich, die unwirksam gewordene Röhre in kochendes Wasser zu legen, um alle Mikroorganismen, die in die Poren eingedrungen sein könnten, zu vernichten, oder das Porzellan über einer Gasflamme oder in einem heißen Ofen zu glühen, wodurch alle organischen Bestandtheile zerstört werden.

Die organischen Bestandtheile des Wassers können also leicht aus den Poren wieder entfernt werden, die lehmigen, wie überhaupt die mineralischen Substanzen aber unserer Ueberzeugung nach sehr schwer. Daher ist auch dieses Filter, wie alle hierher gehörenden, zur Reinigung der Flüssigkeiten von allen mechanischen Verunreinigungen nicht sehr geeignet.

Dagegen ist bei den Porzellanfiltern eine ziemlich lang andauernde Keimfreiheit constatirt worden, und übertrifft in dieser Beziehung dieser Apparat die meisten Filter, z. B. auch die Piefke'schen Schnellfilter. (§ 60.)

Die Leistungsfähigkeit des Porzellanfilters ist nur dann eine genügende, wenn mit hohem Druck filtrirt wird. In Ortschaften oder Häusern ohne Wasserleitung, sowie überall da, wo ein Flüssigkeitsdruck von mehreren Atmosphären nicht zur Verfügung steht, ist also ein Porzellanfilter nicht leistungsfähig genug, um mit anderen zweckmäßigen und brauchbaren Filtern concurriren zu können.

§ 84. Filter mit Glaswolle, Glasscherben, Glaspulver.

Für concentrirte Säuren und ätzende Laugen, sowie für alle diejenigen Flüssigkeiten, welche zersetzt werden müssen, wenn sie mit organischen Stoffen in Berührung kommen, ist neben dem Asbest und der Schießbaumwolle auch die in neuerer Zeit leichter zugänglich gewordene, zu verschiedenen Zwecken brauchbare Glaswolle als Filtrirmaterial geschätzt. Sie ist bekanntlich ein Gespinnst aus einem besonders zusammengesetzten Glase und wird nur in gefilztem Zustande zu Filtrationen verwendet.

Statt ihrer kann auch Glaspulver genommen werden, das auch den sehr feinkörnigen Filtersand zu ersetzen vermag.

(Vergl. auch § 12.) Glasscherben werden hie und da wegen ihrer Billigkeit und an Stelle von Thonscherben und ähnlichen Filtrirstoffen gewählt, doch ist der durch sie erzielte Effect kein größerer.

Der Erfolg der Glaswollefilter, von denen übrigens bislang nur sehr wenige patentirt worden sind, ist nach Ansicht einiger Fachmänner etwa derselbe, wie der der Asbestfilter; Andere dagegen geben dem Asbest und seinen Varietäten den Vorzug.

Ein sehr einfaches Filter dieser Art hat B. Pfeifer in Braunschweig erfunden. Dieses patentirte Filterchen besteht aus zwei Metallsieben, welche Glaswolle enthalten und an den Hahn einer Wasserleitung, ähnlich wie das Metallgewebefilter von Gerville (§ 57) oder das Filter der Berliner Wasserfilterfabrik (§ 65), befestigt werden. Daß man aus Glaswolle auch filzartige Gewebetafeln für Filterpressen herstellen kann, haben wir bereits im § 67 erwähnt.

§ 85. Filter mit Abfällen von Eisen und anderen Metallen, mit Eisenschwamm, Eisenschlackenwolle u. s. w.*)

F. Kalle empfiehlt zur Filtration von Wasser Eisenschlackenwolle, Gerson eisenhaltige Wolle und schwedisches Eisenerz, Dr. Bischof Eisenschwamm, Spencer magnetisches Eisenoxyd, Runge und Medlock Eisendraht, Andere Eisenspäne u. s. w. u. s. w.

Die Eisenschlackenwolle wird aus Hochofenschlacken dadurch gewonnen, daß man den aus dem Hochofen kommenden,

*) F. Fischer, Chemische Technologie des Wassers, 1880, S. 196. — Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 223, S. 70; 227, S. 473; 236, S. 140. – Zeitschrift für Biologie, 1878, S. 498, u. A.

möglichst gleichmäßigen Schlackenstrom in einem Bett von Kohlenasche und Sand nach einem kurzen Rinnenansatz fließen läßt, durch welchen die flüssige Schlacke in einem etwa 1 Cm. starken Strahl ununterbrochen herabfällt und hiebei von einem ca. 10 Cm. tiefer ausmündenden Dampfstrahl in feine Fäden zerrissen wird. Diese, ähnlich der Baumwolle aufgelockerte Masse ist der Fäulniß nicht unterworfen und wird daher als Filtrirmaterial bei der Filtration neutraler Flüssigkeiten und da, wo die Filtrations-Rückstände nicht weiter zu benutzen sind (wie z. B. bei schwammhaltigen Gewässern), vielfach angewendet.

Diese Schlackenwolle ist jedoch vor Benutzung auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen; sie darf vor allen Dingen keine löslichen Schwefelmetalle enthalten, die das filtrirte Wasser unbedingt verschlechtern würden. — (Siehe § 29, selbstthätiges Filter von Kleucker.)

Die eisenhaltige Wolle wird aus dem Abfalle, der beim Scheeren von reinem Wolltuch entsteht, dadurch gewonnen, daß man diesen Abfall durch eine Art von Färbungsproceß mit einem feinen Eisenüberzug versieht. Diese eisenhaltige Wolle ist nach den Urtheilen des Conseil de salubrité publique und der Academie de Médécine in Paris vortrefflich geeignet, die organischen Substanzen, die gelösten und ungelösten, aus dem Wasser zu entfernen.

»Diese eisenhaltige Wolle, sowie die Abfälle von Eisen, Zink, die Eisenfeilspäne u. s. w. üben zwar eine ganz gute filtrirende Wirkung aus, aber die Regenerirung dieser Substanzen ist eine überaus schwierige und wenig lohnende. Die Rostbildung unterstützt (ähnlich wie die Schmutzschicht auf den Sandfiltern und Filtertüchern) die Filtrations-Wirkung anfangs ganz erheblich, und die Rostflecken ziehen auch Farbstoffe an,

bezw. umhüllen sie. Aber sehr bald überzieht sich nach anfänglicher guter Thätigkeit das Eisen u. s. w. mit einer Schlammschicht, und nun ist es mit der Wirkung vorbei.« So etwa lautet das Urtheil, welches uns befreundete Fachmänner über diese Eisenfilter mittheilen. Dem möchten wir noch hinzufügen, daß unserer Ansicht nach das Wasser durch die von ihm abgelösten Eisentheilchen verunreinigt und bräunlich gefärbt wird. Außerdem üben insbesondere Eisenfeilspäne auf die organischen Bestandtheile den merkwürdigen Einfluß aus, Ammoniak in Untersalpetersäure zu verwandeln.

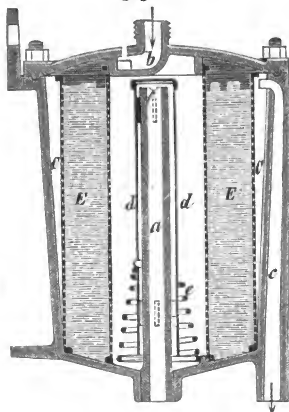


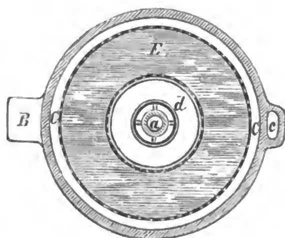
Fig. 68.

H. Mühlrad in Magdeburg hat sich ein Eisenschlackenwollefilter patentiren lassen, das in Figur 68 im Schnitt dargestellt ist.

Im Polytechn. Journal (Band 236, S. 140) wird die Construction dieses Filters etwa folgendermaßen beschrieben: Das verunreinigte Wasser tritt durch das gebogene Rohr b in den cylindrischen Hohlraum E, welcher mit der Schlackenwolle angefüllt ist. Das Einströmen des Wassers erfolgt tangential, in Folge dessen wird das Wasser in dem Cylinder in rasche Umdrehungen versetzt, so daß nur die feineren Verunreinigungen des Wassers in die Schlackenwolle gelangen, während die gröberen schwebend erhalten und durch das Verticalrohr a inmitten des Cylinders nach außen geführt

werden. Dadurch wird die Wirksamkeit des Filtrirmateriales nicht unwesentlich erhöht und seine Brauchbarkeit verlängert. Das gereinigte Wasser tritt durch die das Filtrirmaterial umschließenden Drahtsiebe in den Raum C und fließt aus diesem durch das seitlich gelegene Rohr c ab. »Das im Boden des Metallgehäuses sitzende Rohr a (Fig. 69) ist mit dem Kappenrohr d überdeckt, welches durch die Feder e so getragen wird, daß es im Stillstande das Rohr a nicht verschließt. Dieses Kappenrohr reicht fast bis auf den Boden des Gefäßes, und da beim Anlassen des Filters das Rohr a von dem Kappenrohr noch nicht geschlossen ist, so werden die Verunreinigungen, die sich am Boden und zumeist durch die vorangegangene Drehung am Rohr a angesammelt haben, mit einem Theile des Wassers zuerst hinausgeworfen. Um nun auch bei zunehmendem Drucke im Filter, welcher das Rohr a schließt, einen fortwährenden Abfluß des Schmutzwassers zu erzielen, ist oben im Rohre a bei f eine Kerbe eingefeilt, welche einer kleinen Menge Wasser den Austritt gestattet.«

Fig. 69.



Eisenschwamm, d. h. fein vertheiltes, metallisches Eisen, welches aus Kiesabbränden nach dem Ausziehen des Kupfers gewonnen wird, ist nach Ansicht einiger Fachmänner ein ganz vortreffliches Filtrirmaterial für Wasser, weil es wie die eisenhaltige Wolle die organischen Stoffe absorbirt. Die von ihnen angestellten Versuche mit Eisenschwammfiltern ergaben stets eine nicht unbedeutende Verminderung der organischen

Stoffe. Die Ansichten über den Werth des Eisenschwammes als Filtrirmaterial gehen jedoch sehr auseinander. Während in dem Rapport der River polution commission in London dieses Material sehr empfohlen wird und auch G. Bischof ihre Fähigkeit, Fäulnißorganismen aus dem Wasser zurückzuhalten, hervorhebt und behauptet, daß durch Eisenschwammfilter gereinigtes Gossenwasser während 5 Jahre vollkommen klar blieb, selbst wenn es, dem Lichte ausgesetzt, in einer halbgefüllten, mit einem Korke verschlossenen Flasche aufbewahrt war, erklärt Lewin auf Grund seiner Experimente, daß Eisenschwamm zur Reinigung des Wassers nicht geeignet sei, weil z. B. bei verdünntem Harne und Wasser ein fauliger Geruch durch die Filtration nicht entfernt wurde. Seine weiteren Versuche mit einem Eisenschwammfilter ergaben, daß Blei nur mangelhaft ausgeschieden wurde und daß das filtrirte Wasser noch Eisenbestandtheile enthielt.

F. Fischer hält nur dann das Eisenschwammfilter für wirksam, wenn eine häufige Lüftung und Reinigung des Filters vorgenommen wird. Nach seiner Ansicht (siehe Chemische Technologie des Wassers, 1880, S. 196) können bei der Filtration die dem Wasser beigemengten Fäulnißstoffe nur dadurch vermindert werden, daß sie entweder absorbirt oder oxydirt werden. Die Absorptionsfähigkeit des Eisenschwammes im Vergleiche zur Knochenkohle ist nur sehr gering, und eine Oxydation, wie sie am Boden stattfindet, nur bei reichlichem Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes möglich. Bleibt aber die Filterschicht fortwährend unter Wasser (was für Eisenschwamm unerläßliche Bedingung, um eine Oxydation desselben möglichst zu verhüten. Der Verf.), so kann nur der im Wasser selbst gelöste Sauerstoff auf die organischen Stoffe übertragen werden. Also immerhin nur eine beschränkte Menge.

Somit konnte von dem verhältnißmäßig reinen Wasser, das die englische Flußcommission durch Eisenschwamm filtrirte, ein höherer Prozentsatz der faulenden Stoffe zerstört werden, von der concentrirten Flüssigkeit, die Lewin anwendete, nur wenig. (Vergl. auch Dingler's polytechn. Journal, Band 236, S. 145.)

Unseres Erachtens kann Eisenschwamm nicht zu Filtrationen empfohlen werden, auch wenn er organische Substanzen absorbirt, weil er vor anderen guten und brauchbaren Filtrirmaterialien mannigfache Nachtheile besitzt. Zunächst gilt von ihm dasselbe, was wir oben von der eisenhaltigen Wolle und den Metallabfällen sagten. Sodann ist Eisenschwamm noch heutigen Tags in der Anschaffung ziemlich theuer und kann deshalb nur zu kleineren Haushaltsfiltern verwendet werden, um nur den Bedarf von reinem Trinkwasser zu decken. Ferner ist seine Leistungsfähigkeit eine mäßige, denn sie beträgt z. B. bei kleinen Haushaltsfiltern innerhalb 24 Stunden nur ca. 40 Liter, weil das Eisenschwammfilter meist nur für schwachen, nicht für Hochdruck geeignet erscheint. Endlich rostet Eisenschwamm sehr leicht und wird besonders leicht unbrauchbar, wenn er trockengelegt wird.

Letzterer Uebelstand läßt sich nun zwar nach dem Patente von Gustav Bischof in London dadurch beseitigen, daß man dem Wasser, bevor es in das Filter geleitet wird, seinen Gehalt an Kohlensäure nimmt, indem man es mit Kalkwasser behandelt; allein dies ist nicht nur umständlich, sondern nimmt dem Wasser auch seine Frische und seinen Wohlgeschmack.

In Antwerpen hat man in ausgedehntestem Maßstabe Eisenschwamm angewendet und war anfangs von der guten Wirkung befriedigt. Wie uns mitgetheilt wird, hat man jetzt aber den verschmierten Eisenschwamm wieder vollständig

beseitigt, weil er wenig und gar nichts mehr durchließ und das Wasser verunreinigte, statt es zu reinigen.

Fassen wir alles mitgetheilte zusammen, so ergiebt sich, daß das Eisenschwammfilter die von mehreren Seiten hervorgehobenen Vorzüge nicht besitzt und die Concurrenz

Fig. 70.

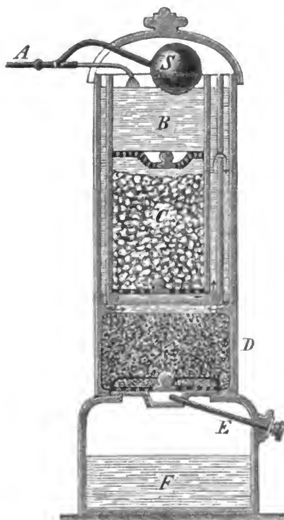
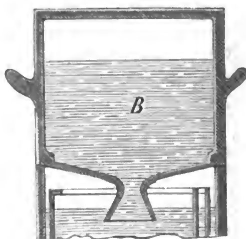


Fig. 71.



mit anderen Filtern, z. B. mit den Kohlenfiltern, nicht bestehen kann.

In den Figuren 70 und 71 ist ein Bischof'sches Patent = Eisenschwammfilter abgebildet. *) Das trübe Wasser fließt durch das Rohr A in den oberen Theil des innersten Thonbehälters B, und es wird dieser Zufluß durch den Schwimmer S selbstthätig geregelt. Aus dem Thongefäße B filtert das Wasser langsam durch die Eisenschwammschicht C, welche oben und unten von einem durchlochten Metallblech

*) Dingler's Polytechn. Journal, Band 228, S. 424 u. Tafel 32 Figuren 10 u. 11.

begrenzt ist. Das filtrirte Wasser steigt hierauf nach Richtung der in Figur 70 dargestellten Pfeile in einem seitlich gelegenen Thonrohre empor, um ein Trockenlegen des Filtrirmateriales zu verhüten, fließt zwischen dem Thongefäße B und dem äußeren Steinbehälter herunter und dringt durch eine Schicht von Knochenkohle oder durch einen porösen Sandstein, Marmor u. s. w., damit es hier den vom Eisenschwamm aufgenommenen Eisengehalt wieder verliert. Durch eine seitliche Oeffnung des Rohres E gelangt es schließlich gereinigt in den Untersatz F, welchem es zum Gebrauche entnommen wird.

In neuester Zeit wird bei diesen Bischof'schen Filtern statt des Rohres A eine sogenannte Füllflasche verwendet (Fig. 71), d. h. ein mit unfiltrirtem Wasser angefüllter Behälter aus Steingut wird umgekehrt auf den inneren Thonbehälter aufgesetzt. Ferner wird jetzt stets der untere Raum mit Braunstein statt mit Thierkohle u. s. w. ausgefüllt, oder mit präparirtem Sande, weil nach Bischof's Beobachtungen sich die Kohle nicht gut bewährt haben soll.

§ 86. Die Schwammfilter.

Wenn es sich nur um die Klärung eines geringen Wasserquantums handelt, kann man die bekannten porösen und elastischen Badeschwämme mit Vortheil verwenden. Für städtische Wasserleitungen, also für Filtrationen in großem Maßstabe,*) sind sie unserer Meinung nach jedoch nicht geeignet. Sie vermögen eine Flüssigkeit nur von den mechanischen Verunreinigungen, bei Verwendung in comprimirtem

*) Norek empfiehlt sie in seinem Werke »Billige und rationelle Versorgung mit reinem und klarem Wasser in großem Maßstabe« (Hamburg, 1882) zur Anwendung in großstädtischen Wasserwerken.

Zustande allerdings selbst von den feinsten zu befreien, nicht aber ein völlig keimfreies Wasser, wie es die Hygiene verlangt, zu liefern.

Die Badeschwämme müssen vor ihrer Benutzung selbst sorgfältig gereinigt werden, weil sie häufig große Mengen von kohlensaurem Kalk in ihren Poren enthalten. Hievon kann man sich leicht durch ein sehr einfaches Experiment überzeugen: Man legt die Schwämme in's Wasser und beobachtet die aufsteigenden Gasbläschen; je mehr Gas sich in dem Wasser entwickelt, desto mehr Kalksand befindet sich in den Schwämmen.

Behufs ihrer Reinigung taucht man sie in verdünnte Salzsäure (1 Theil Salzsäure mit 1 Theil Wasser), preßt sie kräftig aus und wiederholt dieses Verfahren so lange, bis sich an den in's Wasser gelegten Schwämmen keine Gasentwickelung mehr zeigt.

Um sie für die Wasserfiltration geeigneter zu machen, behandelt sie Dr. Gerson in Hamburg mit gerbsaurem Eisen; hiedurch soll sich ihre Wirksamkeit erhöhen.

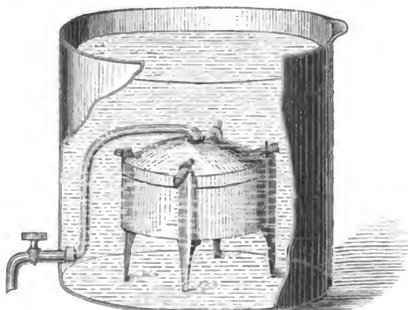
Nach längerem oder kürzerem Gebrauche werden natürlich auch diese Badeschwämme unbrauchbar und unwirksam und müssen von neuem einer Reinigung unterzogen werden. Man legt sie alsdann wieder in verdünnte Salzsäure und behandelt sie mit schwacher Aetzlauge. Letztere soll die in den Poren sitzenden organischen Bestandtheile des geklärten Wassers in Lösung bringen. Endlich werden noch die gereinigten Schwämme mit reinem Regenwasser sorgfältig ausgewaschen.

Alle Apparate, bei denen Schwamm als Filtrirmaterial verwendet wird, zeigen insofern eine übereinstimmende Construction, als der auf ein Drahtsieb gelegte Schwamm zusammengedrückt wird, um seine Poren möglichst zu verdichten, und einen Behälter bis zu einer gewissen Höhe ausfüllt. Das

unreine Wasser strömt bei ihnen allen, wie gewöhnlich, von oben nach unten durch den Schwamm.

Der patentirte Filtrirapparat der Pulsometer Engineering Company in London besteht im wesentlichen aus einem runden, gußeisernen Behälter, in welchem ein Gitterkolben dicht gleitet, der aus radialen Rippen gebildet ist, welche in der Mitte mit der Kolbenstange verbunden und auf ihrer oberen ebenen Fläche mit Drahtgaze bezogen sind.

Fig. 72.



Der Deckel des Gußeisenbehälters besitzt auf der unteren Seite ebenfalls einen Drahtgazeboden. Zwischen diesem und dem Gitterkolben befindet sich das aus Schwämmen bestehende Filtrirmaterial, das durch Heben der Kolbenstange zusammengepreßt wird; hiedurch kann die Durchlässigkeit der Schwämme beliebig geregelt werden.

Ein Schwammfilter, welches ohne Druck functionirt, ist von Bourgeoise erfunden worden.*) Dieses Patentfilter besteht aus einem flachen, cylindrischen Gefäß, das auf den

*) Ritter, Wasser und Eis, S. 135.

Boden des Reservoirs gestellt wird, welcher das verunreinigte Wasser enthält. (Fig. 72.) Der Cylinder besitzt einen Drahtnetzboden, auf welchem die leicht zusammengepreßten Badeschwämme liegen. Der Deckel dieses Filtrirgefäßes ist dagegen wasserdicht aufgesetzt; er enthält das mit einem Hahne versehene Rohr, durch welches das filtrirte Wasser abgeleitet wird und so lange freiwillig abfließt, als über dem Deckel des Filtrirgefäßes sich Wasser im Reservoir befindet.



Sach-Register.




89088899133
b89088899133a